Städtische Oberrealschule zu Graudenz
(in der Entwicklung begriffen).

Das
Linearzeichnen in der Realschule.

Ein Beitrag zur Frage über die Gestaltung
des geometrischen Zeichenunterrichts an den höheren Lehranstalten.

Von
Felix Kronke
Oberlehrer.

Beilage zum Programm Ostern 1901.

GRAUDENZ
Druck von Gustav Röthe's Buchdruckerei
1901.

1901. Programm No. 47.

Städtische Realschule zu Graudenz.

Das

Linearzeichnen in der Realschule.

Ein Beitrag zur Frage über die Gestaltung
des geometrischen Zeichenunterrichts an den höheren Lehranstalten.

Von

Felix Kronke

Oberlehrer.

Beilage zum Programm Ostern 1901.

GRAUDENZ

Druck von Gustav Röthe's Buchdruckerei

1901.

Das Linearzeichnen in der Realschule.

Die Überzeugung, dass der Zeichenunterricht, wie er früher an den höheren Lehranstalten erteilt wurde, den Ansprüchen der Neuzeit nicht mehr genügt, hat sich in letzter Zeit, besonders seit der Gründung von Oberrealschulen, immer mehr Bahn gebrochen. Auch die Unterrichtsverwaltung hat durch eine Reihe von Massnahmen, wie die Forderung von Anstellung besonders ausgebildeter und geprüfter Zeichenlehrer, die Entsendung von Regierungskommissaren als Revisoren des Zeichenunterrichts und durch bereitwillig erteilte Zustimmung zur Vermehrung der wöchentlichen Stnndenzahl für den Zeichenunterricht an einer Reihe von höheren Lehranstalten die Unzulänglichkeit des bis dahin üblichen Unterrichts anerkannt.

Dass zwei Wochenstunden für den gesamten Zeichenunterricht unzureichend sind, liegt auf der Hand. Denn da der Zeichenunterricht in zwei scharf von einander zu sondernde Disziplinen, das Freihandzeichnen und das Linearzeichnen, zerfällt, so kommt auf jeden der beiden Zweige des Unterrichts durchschnittlich eine Wochenstunde. Bei solch geringem Zeitaufwand kann aber — wie allgemein anerkannt wird — nichts Erspriessliches geleistet werden. Es haben deshalb eine Reihe höherer Lehranstalten die Stundenzahl für den Zeichenunterricht vermehrt, und zwar meistens auf vier Wochenstunden, wovon zwei für das Freihandzeichnen und zwei für das Linearzeichnen bestimmt sind. Die zeitliche Trennung dieser beiden Unterrichtszweige führte noch zu einer anderen Überlegung, nämlich ob es zweckmässig sei, den ganzen Zeichenunterricht von demselben Lehrer erteilen zu lassen. Auch betreffs dieser Frage haben sich die Mehrzahl der Oberrealschulen entschlossen, von dem früheren Usus in sofern abzuweichen, als sie zwar den Freihandzeichenunterricht, der seiner ganzen Natur nach eine specielle künstlerische Vorbildung voraussetzt, einem für diesen Zweck besonders geprüften Zeichenlehrer überlassen, dagegen den Unterricht im Linearzeichnen, dessen Übungsstoff sich zum grössten Teil an mathematische Lehrsätze anschliesst oder deren Kenntnis erfordert, einem Lehrer der Mathematik übertragen haben. Allerdings liegt bei einer solchen Verteilung die Befürchtung nahe, dass der Unterricht in den Händen eines Mathematikers seinen Charakter als Zeichenunterricht gänzlich einbüssen werde und dass die für das Zeichnen gewonnenen beiden Stunden allein dem mathematischen Unterricht zu gute kommen könnten. Dass eine rein mathematische Behandlungsweise der darstellenden Geometrie ohne besondere Wertschätzung und Zeitaufwendung für sauber und korrekt ausgeführte Figuren von einer Reihe von Mathematikern gewünscht wird, ist zwar an sich verständlich, doch dürfte ein in diesem Sinne erteilter Unterricht den Zwecken der Schule nicht ganz entsprechen. **Der Unterricht muss im Grunde genommen Zeichenunterricht bleiben, der durch methodische wissenschaftliche Behandlung des Stoffes für die Raumvorstellung des Schülers fruchtbar gemacht werden soll.** Der Einwand, dass die meisten Mathematiker nicht Zeichenkünstler seien und infolge dessen Zeichenunterricht nicht erteilen könnten, kommt dabei gar nicht in Betracht.

Die Lehrer brauchen keine hervorragenden zeichnerischen Fertigkeiten zu entwickeln, denn das Linearzeichnen — und um dieses handelt es sich ja immer nur — stellt an ihre Geschicklichkeit keine grösseren Anforderungen als jede Planimetriestunde. Es ist im Gegenteil wünschenswert, die Schüler möglichst bald von Vorzeichnungen an der Tafel zu emanzipieren, um sie daran zu gewöhnen, die Zeichnungen selbständig nach Holzmodellen und kurzen Massangaben des Lehrers zu entwerfen. Zeichenvorlagen sind selbstverständlich vom Unterricht fernzuhalten!

Für die Behandlung des Stoffes in den Unterrichtsstunden lassen sich folgende Möglichkeiten ins Auge fassen:

Erstens: Der Unterricht wird von Anfang an systematisch betrieben, es wird mit den Sätzen über die Elementargebilde (Punkt, Linie, Fläche) begonnen und erst nach vollkommener Erledigung derselben mit der Projektionslehre der Körper eingesetzt.

Zweitens: Der Unterricht hat in seinem ganzen Verlauf stets nur das Ziel im Auge zu behalten, dass er dem Schüler soviel Kenntnis vom technischen Zeichnen mit auf den Weg giebt, wie er als gebildeter moderner Mensch braucht. Ein systematischer Unterricht ist zu verwerfen, die Methode ist rein propädeutisch.

Drittens: Auf der Unterstufe ist die Unterrichtsmethode propädeutisch, auf der Oberstufe werden die im Anfangsunterricht gewonnenen Grundanschauungen für den Ausbau eines methodischen Lehrgangs verwertet.

Jede dieser drei Möglichkeiten hat, wie auch aus den Verhandlungen des „Vereins zur Förderung des Unterrichts in der Mathematik und den Naturwissenschaften“ über diesen Gegenstand hervorgeht, ihre Anhänger gefunden. Eine Einigung ist bis jetzt in dieser Angelegenheit nicht erzielt worden.

Gegen einen methodischen Lehrgang in der darstellenden Geometrie ist geltend gemacht worden, dass ein solcher dem Studium auf der Hochschule vorgreifen und deshalb die üble Folge nach sich ziehen werde, dass die zur Hochschule übergehenden Abiturienten sich anfangs, da ihnen schon Bekanntes geboten würde, in den Vorlesungen langweilen und später den richtigen Zeitpunkt verpassen könnten, in welchem sie mit Eifer und Fleiss einsetzen müssten. Ob diese Gefahr wirklich so gross ist, kann mit Recht in Zweifel gezogen werden. Es liesse sich dem gegenüber auch die Meinung vertreten, dass eine Vorwegnahme einer Reihe von Definitionen und Lehrsätzen durch die Schule dem jungen Akademiker das Hineinfinden in die Vorlesung erleichtern und ihm dadurch ein gewisses Sicherheitsgefühl schaffen könnte. Es ist fraglich, ob nicht gerade die weniger Vorbereiteten, denen bei dem gewöhnlich schnellen Vorlesungstempo manches für das Verständnis des Folgenden Wichtige entgehen kann, eher den Geschmack an den Vorlesungen verlieren werden. Mit demselben Rechte müsste man verlangen, dass das Ziel für den Unterricht in der Mathematik und den Naturwissenschaften auf den Realgymnasien und Oberrealschulen nicht höher gesteckt werden dürfe als auf dem Gymnasium! Was dagegen viel mehr gegen eine von vorne herein systematische Unterrichtsmethode zu sprechen scheint, ist die Notwendigkeit, für diesen Fall den Anfangsunterricht in die Ober-Sekunda legen zu müssen. Denn ein Untersekundaner ist im allgemeinen für die teilweise nicht ganz leichten Überlegungen, die für eine methodische Behandlung der Elementargebilde nötig sind, noch zu unreif. Das wird auch von den

Verfechtern der rein methodischen Behandlungsweise der darstellenden Geometrie dadurch anerkannt, dass sie das Lehrpensum ohne Berücksichtigung der Mittelklassen einfach auf die Ober-Sekunda und Prima verteilen.

Nun ist es aber, abgesehen davon, dass die Lehrpläne von 1892 es verlangen, durchaus wünschenswert, dass auch die mittleren Klassen der Oberrealschulen soviel aus der Projektionslehre in ihr Pensum aufnehmen, dass die mit dem einjährigen Zeugnis abgehenden Schüler sich einigermassen in einer einfachen technischen Zeichnung zurechtfinden können. Die Untersekunda soll ihren Abiturienten eine für das bürgerliche Leben hinreichende abgeschlossene Bildung mit auf den Weg geben. Deshalb sind in den Lehrplan für die Mathematik die Stereometrie und Trigonometrie mit aufgenommen worden. Zur allgemeinen modernen Bildung gehört es aber auch entschieden, dass die jungen Leute einige Fundamentalbegriffe aus der Projektionslehre, wie „Grundriss“, „Aufriss“ u. s. w. von der Schule mitnehmen. Selbstverständlich ist dieser Unterricht mit der nötigen Vorsicht zu erteilen. Alle Betrachtungen, die grössere Anforderungen an das Raumvorstellungsvermögen der Schüler stellen, sind auf dieser Stufe auszuschliessen. Die Grundbegriffe werden mit Hilfe von Holzmodellen abgeleitet, die Zeichnungen prinzipiell nur für ganz spezielle zu möglichst einfachen Überlegungen führende Lagen der Körper in bezug auf die Projektionsebenen ausgeführt. Allgemeinere Fälle sind nur in soweit in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen, als sie sich aus dem einfachsten durch Drehungen des Körpers um bestimmte Achsen ableiten lassen. Die Lehre von der darstellenden Geometrie ist hier noch möglichst ihres streng wissenschaftlichen Gewandes zu entkleiden und etwa in ähnlicher Weise zu behandeln, wie die Stereometrie und die Trigonometrie. Die Unterrichtsmethode trägt durchaus vorbereitenden Charakter.

Durch einen solchen vorbereitenden Lehrgang wird aber eine sehr willkommene Grundlage für den Unterricht auf den oberen Klassen gelegt, in welchen an Stelle des propädeutischen Unterrichts die systematische Einführung in die Lehren der darstellenden Geometrie tritt.

Die propädeutische Methode für die ganze Dauer des Unterrichts, für den an Vollanstalten vier Jahre zur Verfügung stehen, beizubehalten, wie es scheinbar von einigen Seiten verlangt wird, würde sich nicht empfehlen, da eine derartige einseitige Behandlungsweise des gebotenen Stoffes Lehrer und Schüler schliesslich ermüden und auch jedenfalls den Schülern der oberen Klassen nicht mehr genügen würde.

Zusammenfassend lassen sich aus dem bisher Gesagten etwa folgende Hauptpunkte als Leitsätze aufstellen:

1. **Für den Zeichenunterricht sind an Realschulen und Oberrealschulen wöchentlich 4 Stunden festzusetzen, wovon 2 für das Freihandzeichnen und 2 für das Linearzeichnen zu verwenden sind.**

2. **Das Linearzeichnen ist von einem Lehrer der Mathematik zu erteilen.**

3. **Das Linearzeichnen zerfällt in einen vorbereitenden Teil (Ober-Tertia und Unter-Sekunda), in welchem die Unterrichtsmethode propädeutisch ist, und in einen methodischen Lehrgang der darstellenden Geometrie (Ober-Sekunda und Prima).**

4. **Der methodische Unterricht in den oberen Klassen muss stets insofern Zeichenunterricht bleiben, als auf eine höchst korrekte und saubere Ausführung der Figuren der grösste Wert zu legen ist.**

Indem ich nun zu dem eigentlichen Thema meiner Arbeit: „der Gestaltung des Linearzeichnens auf der Realschule“ übergehe, möchte ich vorausschicken, dass dieselbe in dem Wunsche unternommen wurde, für unsere Anstalt aus der Fülle des durch die über diesen Gegenstand existierenden Leitfäden und Lehrbücher Gebotenen das Zweckentsprechendste auszuwählen und bei der Zusammenstellung nicht mehr zu berücksichtigen, als in einem Zeitraum von zwei Jahren wirklich erledigt werden kann. Es liegt daher auch weniger in meiner Absicht, etwas wesentlich Neues zu bringen, als vielmehr durch Zusammenstellung der bei uns bisher im Unterricht angefertigten Zeichnungen eine Grundlage für den geometrischen Zeichenunterricht zu schaffen, um dadurch einerseits den mit diesem Unterricht betrauten Lehrern die oft recht mühselige Arbeit der Zusammenstellung solcher Zeichnungen zu ersparen, andererseits eine gewisse Einheitlichkeit für den von verschiedenen Lehrern erteilten Unterricht anzubahnen.

Die am Schlusse der Abhandlung eingefügten Tafeln sind nach Zeichnungen von Schülern unserer Anstalt angefertigt.

Bei Zusammenstellung dieser Blätter wurden benutzt:

Holzmüller, „Einführung in das stereometrische Zeichnen.“ Leipzig 1886.
Delabar, „Anleitung zum Linearzeichnen.“ Freiburg im Breisgau 1890.
Witt, „Zirkelzeichnen.“ Berlin 1890.
Becker, „Geometrisches Zeichnen.“ Leipzig 1896.
Faber, „Darstellende Geometrie.“ Dresden 1894.
Schmehl, „Elemente der darstellenden Geometrie.“ Giessen 1899.

Der geometrische Zeichenunterricht beginnt bei uns in der Ober-Tertia, und zwar mit der Herstellung solcher mathematischer Konstruktionen und Figuren, die aus dem Elementarpensum der Planimetrie bekannt sind. Es kommen zur Ausführung die Aufgaben über Halbieren und Teilen von Geraden und Winkeln, es werden die verschiedenen Dreiecksarten mit Höhen, Schwerlinien, Transversalen etc. konstruiert. Daran schliesst sich die Konstruktion der um- und inbeschriebenen Kreise dieser Dreiecke. Es wird mit Absicht mit möglichst einfachen Zeichnungen begonnen, damit die Schüler zunächst sich daran gewöhnen, sauber und korrekt zu zeichnen. Da alle Zeichnungen mit Tusche nachgezogen werden, so bieten gerade diese einfachen Zeichnungen einen passenden Übungsstoff für die ersten Versuche mit der Reissfeder. Dass die zu zeichnenden Figuren den früheren Pensen des mathematischen Unterrichts entnommen werden, verschafft dem Lehrer eine willkommene Gelegenheit, die wichtigsten Lehrsätze und Aufgaben den Schülern von neuem in Erinnerung zu bringen, wobei allerdings auf eine Wiederholung von Beweisen im allgemeinen Verzicht zu leisten ist. An diese einfachen Zeichnungen schliessen sich dann solche an, die schon etwas höhere Anforderungen an die jetzt einigermassen geübten Schüler stellen, wie die Konstruktion von regulären Figuren, Kegelschnitten, Spiralen und anderen krummlinigen Gebilden.

Das in der Ober-Tertia etwa zu erledigende Pensum lässt sich ungefähr durch die ersten elf am Ende dieser Abhandlung befindlichen Blätter veranschaulichen:

Blatt 1. Die gerade Linie.

Fig. 1 u. 2. Eine gegebene Strecke AB zu halbieren.
Fig. 3. Eine gegebene Strecke AB in eine gerade (8) Anzahl gleicher Teile zu teilen.
Fig. 4. Eine gegebene Strecke AB in eine beliebige Anzahl gleicher Teile zu teilen.
Fig. 5. Eine gegebene Strecke AB in gegebenem Verhältnis (2 : 5) zu teilen.
Fig. 6 u. 7. Zu einer gegebenen Geraden L durch einen gegebenen Punkt P die Parallele zu ziehen.
Fig. 8. Auf einer Geraden L in einem gegebenen Punkte P das Lot zu errichten.
Fig. 9. Von einem gegebenen Punkt P auf eine gegebene Gerade L das Lot zu fällen.
Fig. 10 u. 11. In einem Endpunkt einer gegebenen Strecke AB das Lot zu errichten, ohne die Strecke zu verlängern.
Fig. 12. Zwischen zwei Parallelen L^1 und L^1 eine dritte Parallele zu ziehen, die von L^1 und L^1 denselben Abstand hat.

Blatt 2. Der Winkel.

Fig. 1. Einen spitzen Winkel von 73° mit Hilfe des Transporteurs zu zeichnen.
Fig. 2. Einen rechten Winkel zu zeichnen.
Fig. 3. Einen stumpfen Winkel von 147° zu zeichnen.
Fig. 4. Einen konvexen Winkel von 285° zu zeichnen.
Fig. 5. In einem gegebenen Punkt Y einer Geraden L einen gegebenen Winkel α anzutragen ($\beta = \alpha$).
Fig. 6. Einen gegebenen Winkel CAB zu halbieren.
Fig. 7. Einen gegebenen Winkel CAB in eine gerade (8) Anzahl gleicher Teile zu teilen.
Fig. 8. Einen rechten Winkel CAB in 3 gleiche Teile zu teilen.
Fig. 9. Zu einem gegebenen Winkel $CAB = \alpha$ den Komplementwinkel zu zeichnen.
Fig. 10. Einen Winkel zu konstruieren, der gleich der Summe zweier gegebener Winkel α und β ist. $CAB = \alpha + \beta$.
Fig. 11. Einen Winkel zu konstruieren, der gleich der Differenz zweier gegebener Winkel α und β ist. $KXY = \alpha - \beta$.
Fig. 12. Einen Winkel ZXY zu konstruieren, der 5 mal so gross ist als ein gegebener Winkel $ACB = \alpha$.
Fig. 13. Zwei Winkel α und β zu konstruieren, deren Schenkel parallel und gleichgerichtet sind.
Fig. 14. Zwei Winkel α und β zu konstruieren, von denen ein paar Schenkel BC und XZ parallel und gleichgerichtet, das andere Paar CA und XY parallel und entgegengesetzt gerichtet sind.
Fig. 15. Zwei Winkel α und β zu zeichnen, deren Schenkel parallel und entgegengesetzt sind.

Blatt 3. Das Dreieck.

Fig. 1. In einem schiefwinkeligen ungleichseitigen Dreieck die Höhen zu konstruieren. (H = Höhenschnittpunkt.)
Fig. 2. Dasselbe für ein gleichschenkeliges Dreieck.

Fig. 3. Dasselbe für ein gleichseitiges Dreieck.
Fig. 4. „ „ „ rechtwinkeliges „
Fig. 5. „ „ „ stumpfwinkeliges „
Fig. 6. Die Schwerlinien eines gegebenen Dreiecks A B C zu konstruieren. (S. der Schwerpunkt.)
Fig. 7. Die Winkelhalbierungslinien eines gegebenen Dreiecks ABC zu konstruieren. (W der Schnittpunkt derselben.)
Fig. 8. Ein Dreieck $A^1B^1C^1$ zu konstruieren, das mit einem gegebenen ABC übereinstimmt in zwei Seiten a und b und dem eingeschlossenen Winkel γ.
Fig. 9. Ein Dreieck zu konstruieren, das mit einem gegebenen übereinstimmt in einer Seite b und den anliegenden Winkeln α und γ.
Fig. 10. Ein Dreieck zu konstruieren, das mit einem gegebenen übereinstimmt in einer Seite c, einem anliegenden Winkel α und dem gegenüberliegenden Winkel γ.
Fig. 11. Ein Dreieck zu konstruieren, das mit einem gegebenen übereinstimmt in allen drei Seiten.
Fig. 12. Ein Dreieck zu konstruieren, das mit einem gegebenen übereinstimmt in 2 Seiten b und c und dem der grösseren Seite gegenüberliegenden Winkel γ.

Blatt 4. Der Kreis.

Fig. 1. In einem Punkte (P oder Q) der Peripherie eines Kreises die Tangente zu konstruieren.
Fig. 2. Von einem Punkte P ausserhalb eines Kreises an den Kreis die Tangenten zu konstruieren (PA und PB).
Fig. 3. Den umbeschriebenen Kreis eines spitzwinkeligen Dreiecks zu konstruieren.
Fig. 4. Dasselbe für ein rechtwinkeliges Dreieck.
Fig. 5. „ „ „ stumpfwinkeliges Dreieck.
Fig. 6. Den inbeschriebenen und die drei anbeschriebenen Kreise eines Dreiecks ABC zu konstruieren.
Fig. 7. In einen Kreis ein Sehnenviereck zu konstruieren.
Fig. 8. Um einen Kreis ein Tangentenviereck zu zeichnen.

Blatt 5. Der Kreis.

(Fortsetzung.)

Fig. 1. Über einer Strecke AB = c als Sehne einen Kreisbogen zu konstruieren, der einen gegebenen Winkel γ als Peripheriewinkel fasst.

Konstruktion unter Anwendung des Satzes: „Ein Tangentenwinkel ist gleich dem Peripheriewinkel im entgegengesetzten Kreisabschnitt.“

Fig. 2. Dasselbe für den Fall, dass γ ein stumpfer Winkel ist.
Fig. 3 und 4. Dieselbe Aufgabe unter Anwendung des Satzes: „Ein Centriwinkel ist doppelt so gross als ein auf seinem Bogen stehender Peripheriewinkel.“
Fig. 5. Zwei einander von aussen berührende Kreise zu zeichnen.
Fig. 6. Zwei einander schneidende Kreise zu zeichnen.

Fig. 7. Zwei einander von innen berührende Kreise zu zeichnen.
Fig. 8. Die gemeinsamen äusseren Tangenten zweier gegebener Kreise zu konstruieren.
Fig. 9. Die gemeinsamen inneren Tangenten zweier gegebener Kreise zu konstruieren.

Blatt 6. Verwandlungsaufgaben.

Fig. 1. Ein Rechteck ABCD in ein rechtwinkeliges Dreieck AED zu verwandeln.
Fig. 2. Ein gegebenes Dreieck ABC in ein anderes AB^1C^1 mit gegebener Grundlinie AB^1 zu verwandeln.
Fig. 3. Ein gegebenes Dreieck AB^1C in ein anderes ABC^1 mit gegebener Höhe zu verwandeln.
Fig. 4. Ein gegebenes Viereck ABCD in ein Dreieck AB^1D zu verwandeln.
Fig. 5. Ein Dreieck ABC in ein Rechteck AMDE zu verwandeln.
Fig. 6. Ein Quadrat ABKH zu konstruieren, das gleich der Summe zweier gegebener Quadrate ACDE und BCFG ist.
Fig. 7. Ein Quadrat AMBE zu zeichnen, das halb so gross als ein gegebenes ABCD ist.
Fig. 8. Ein Rechteck in ein Quadrat zu verwandeln.
Fig. 9. Ein Quadrat ACEF zu konstruieren, das doppelt so gross als ein gegebenes ABCD ist.

Blatt 7. Reguläre Figuren.

Fig. 1. Ein regelmässiges Sechseck (ABCDEF) mit Hilfe des umbeschriebenen Kreises zu konstruieren. Aus demselben erhält man das reguläre Dreieck ACE.
Fig. 2. Ein reguläres Achteck mit Hilfe des umbeschriebenen Kreises zu konstruieren. Aus demselben erhält man das Quadrat ACEG.
Fig. 3. Ein reguläres Fünfeck ABCDE zu konstruieren, wenn der umbeschriebene Kreis gegeben ist.

Lösung: Man teile den Radius MF im Punkte G stetig, so wird der grössere Abschnitt des Radius FG die Seite des regulären Zehnecks. Schlägt man nun um F mit FG einen Kreisbogen, der den umbeschriebenen Kreis in A und B trifft, so ist Sehne AB die Seite des gesuchten Fünfecks.

Fig. 4. Ein reguläres Siebeneck zu konstruieren, wenn der umbeschriebene Kreis desselben gegeben ist.

Lösung: Man zeichne in den Kreis eine Seite des regulären Sechsecks XY und fälle von M aus auf XY das Lot MZ, so ist MZ annähernd die Seite des gesuchten Siebenecks. (Näherungskonstruktion.)

Fig. 5. Verwendung des regulären Sechsecks zur Herstellung eines Musters.

Anleitung: Drei auf einander folgende Seiten des Sechsecks sind in je 5 gleiche Teile zu teilen. Durch diese Teilpunkte ziehe man Parallelen zu den anliegenden Seiten.

Fig 6. Verwendung des regulären Achtecks zur Herstellung eines Musters.
Fig. 7. Verwendung des regulären Fünfecks zur Herstellung eines Musters.

Anleitung: Zieht man im regulären Fünfeck die 5 Diagonalen, so erhält man ein Pentagramm. Durch die Ecke K des im Innern liegenden kleinen Fünfecks ziehe man eine Parallele zu CE, die AD in L schneidet, so ist ML der Radius des inneren Kreises. Die 10 Schnittpunkte desselben mit den Diagonalen sind dann die Mittelpunkte der Kreisbögen.

Fig. 8. Verwendung des regulären Siebenecks zur Herstellung eines Musters.

Anleitung: Man halbiere die Kreisbögen zwischen je 2 Ecken des Siebenecks, so dass die ganze Peripherie in 14 gleiche Teile geteilt ist und ziehe von den Punkten a, b, c, d, e, f, g Radien. Dann ziehe man die Diagonalen fk und e o, die sich in X schneiden. Schlägt man nun mit sX um s einen Kreis, so sind die Schnittpunkte desselben mit den Radien as, bs, cs u. s. w. die Mittelpunkte für die Kreisbögen.

Fig. 9. Ein reguläres Neuneck zu konstruieren, wenn der umbeschriebene Kreis gegeben ist.

Lösung: Man zeichne in den Kreis ein reguläres Dreieck ABC und ein reguläres Fünfeck DEFCG, so dass beide Figuren eine Ecke C gemeinsam haben, und ziehe im Dreieck die Höhe CH, so ist IH annähernd die Seite des Neunecks.

Fig. 10. Über einer gegebenen Strecke AB ein reguläres Achteck zu konstruieren.

Lösung: Man errichte auf AB das Mittellot und schlage mit $\frac{1}{2}$AB um O einen Kreis, der das Lot in I trifft, und schlage um I mit IB einen Kreis, der das Lot in M trifft, so ist M der Mittelpunkt des umbeschriebenen Kreises des Achtecks.

Fig. 11. Über einer gegebenen Strecke AB ein reguläres Fünfeck zu errichten.

Lösung: Schlage von A und B mit AB Kreisbögen, die sich in F schneiden und schlage von F mit FA einen Bogen, der die vorigen in G und H und das Mittellot von AB in I trifft. Die Schnittpunkte der Geraden GI und HI mit den ersten Bögen C und E sind dann 2 neue Eckpunkte des Fünfecks. D ist dann leicht zu finden.

Fig. 12. Über einer gegebenen Strecke AB ein reguläres Siebeneck zu konstruieren.

Lösung: Man verlängere die Strecke AB um sich selbst bis X, errichte über BX ein gleichseitiges Dreieck mit der Spitze Y, schlage um X und Y mit dem Radius XB Bögen, die sich in Z treffen und verbinde Z mit B, so ist BS der Radius des dem Siebeneck umschriebenen Kreises.

Blatt 8. Kegelschnitte.

Fig. 1. Konstruktion einer Ellipse, von der gegeben sind die grosse Achse AB und die beiden Brennpunkte F_1 und F_2.

Anleitung: Zur Konstruktion der Ellipsenpunkte sind auf der grossen Achse die 5 Teilpunkte 1, 2, 3, 4, 5 angenommen. Bei der Konstruktion ist die Eigenschaft der Ellipse benutzt, dass die Summe der Leitstrahlen von ihren Punkten nach den Brennpunkten konstant (gleich der grossen Achse) ist.

Fig. 2. Konstruktion einer Hyperbel, deren grosse Achse AB und deren Brennpunkte F_1 und F_2 gegeben sind.

Anleitung: Konstruktion ähnlich wie für die Ellipse mit Benutzung der Eigenschaft der Hyperbel, dass die Differenz der Leitstrahlen von den Punkten der Hyperbel nach den Brennpunkten konstant (gleich der grossen Achse) ist.

XY und ZW sind die Asymptoten der Kurve.

Fig. 3. Konstruktion der Parabel, wenn die Direktrix und der Brennpunkt gegeben sind.

Anleitung: Bei der Konstruktion ist die Eigenschaft der Parabel benutzt worden, dass die Entfernung jedes ihrer Punkte von dem Brennpunkt gleich dem Abstand des Punktes von der Direktrix ist.

Fig. 4. Konstruktion einer Reihe konfokaler Ellipsen und Hyperbeln mit Hilfe zweier Systeme konzentrischer Kreise, deren Centren die gemeinsamen Brennpunkte der Kurven darstellen.

Blatt 9. Andere krumme Linien.

Fig. 1. Ein Oval zu konstruieren, dessen Länge AB gegeben ist.

Lösung: Teile AB in 3 gleiche Teile AD = DE = EB, schlage um D und E mit Radius DE Kreisbögen, die sich in F und G treffen. Verlängere GE und GD, FE und FD über D und E und schlage mit DA um D und mit EB um E die Bögen HJ und KL, ebenso um G und F mit GH und FJ die Bögen HK und LJ, so ist AJLBKH ein Oval.

Fig. 2. Andere Konstruktion eines Ovals mit der Abweichung, dass die Länge AB jetzt in 4 gleiche Teile zu teilen ist.

Fig. 3. Ein Oval zu konstruieren, von dem die Länge AB und die Breite DE gegeben sind.

Anleitung: Ziehe DB und trage von D aus auf DB die Differenz 1/2 (AB—DE) bis G ab, errichte dann das Mittellot von BG, welches AB in L und die Verlängerung von DE in M trifft.

Fig. 4. Eine Eiform zu zeichnen, wenn ihre Breite AB gegeben ist.

Lösung: Beschreibe über AB als Durchmesser einen Kreis, der den horizontalen Durchmesser in E trifft, verlängere AE und BE über E hinaus und schlage um A und B mit AB als Radius die Bögen BF und AG und um E mit EG den Bogen GHF.

Fig. 5. Eine einfache Spirale zu zeichnen, deren überall gleich weite Gänge aus je zwei Halbkreisen zusammengesetzt sind, wenn das Auge oder der Kern derselben gegeben ist.

Anleitung: Ist AB der Durchmesser, C der Mittelpunkt des gegebenen Auges, so sind B und C abwechselnd die Mittelpunkte für die zu konstruierenden Halbkreise, deren Durchmesser stets auf der durch C gelegten Horizontalen liegt.

Fig. 6. Eine einfache Spirale zu zeichnen, deren Gänge ebenfalls aus je zwei Halbkreisen bestehen, sich aber immer weiter von einander entfernen, wenn das Auge gegeben ist.

Anleitung: Teile den Durchmesser des Auges AB in 6 gleiche Teile (Teilpunkte 1, 2, 3, 4, A, B) und benutze als Mittelpunkte für die Halbkreise jetzt nach der Reihe die Punkte 1, 2, 3, 4, A und B; sonst wie vorher.

Fig. 7. Die archimedische Spirale zu zeichnen, wenn die Gangweite oder der umbeschriebene Kreis und die Anzahl der Gänge (3) gegeben ist.

Anleitung: Teile den Radius des Umkreises in 3 gleiche Teile und einen dieser Teile wieder in 12 gleiche Teile; ebenso die Peripherie in 12 gleiche Teile. Nun ziehe die 12 Radien und trage von der Peripherie aus auf jedem derselben der Reihe nach $^1/_{36}$, $^2/_{36}$, $^3/_{36}$ etc. des Radius ab, so ergeben sich Punkte der Spirale.

Fig. 8. Die ionische Schneckenlinie zu zeichnen.

Anleitung: In den inneren Kreis, das Schneckenauge, ist ein aufrecht stehendes Quadrat zu zeichnen und die Mitten der Seiten desselben sind geradlinig zu verbinden. Die Hälfte jeder dieser Verbindungslinien ist, wenn die Schneckenlinie 3 Gänge haben soll, in 3 gleiche Teile zu teilen. Durch diese Teilpunkte sind dann teils wagerechte, teils senkrechte Parallellinien zu ziehen.

Diese Teilpunkte sind dann nach einander, und zwar die innersten zuerst, die Mittelpunkte der Kreisbögen, deren Anfangs- und Endpunkte auf den durch die Punkte gehenden Geraden liegen.

Blatt 10. Charakteristische Bogenlinien.

Fig. 1. Der Halbkreisbogen.

Fig. 2. Der flache Stichbogen.

Fig. 3. Der hohe Stichbogen.

Fig. 4, 5 und 6. Der gotische oder Spitz-Bogen.

Anleitung: Bei Fig. 4 liegen die Mittelpunkte in den Bogenanfängen K und K_1, bei Fig. 5 in den Mittelpunkten L und L_1 von KM und K_1M, bei Fig. 6 ist die Entfernung der Mittelpunkte von M gleich der Diagonale des über KM errichteten Quadrats.

Fig. 7, 8 und 9. Der gedrückte Bogen.

Anleitung: Fig. 7, KK_1 ist in 4 gleiche Teile zu teilen. Punkt 1 und 3 sind die Mittelpunkte für die von K und K_1 ausgehenden Anfangsbögen; S, die Spitze des über $\overline{13}$ errichteten gleichseitigen Dreiecks, ist Mittelpunkt für den mittleren Bogen. Fig. 8. Der Scheitel S des Bogens ist gegeben, SM die Scheitelhöhe. Man trage eine beliebige Strecke, die aber kleiner sein muss als SM von K bis 1, von K_1 bis 3 und von S bis 2 ab, so sind 1 und 3 die Mittelpunkte für die Anfangsbögen, der Schnittpunkt der Mittellote von 12 und 23 der Mittelpunkt für den mittleren Teil des Bogens. Fig. 9. Trage die Entfernung MK — MS von S auf KS und K_1S bis s und s_1 ab und errichte Mittellote von Ks und K_1s_1, die sich in O treffen, so sind p und p_1 die Mittelpunkte für die durch K und K_1 gehenden Anfangsbögen, O ist der Mittelpunkt für den Schlussbogen.

Fig. 10 und 11. Der gedrückte Spitzbogen (Tudorbogen).

Anleitung: Fig. 10. Teile KK_1 in 4 gleiche Teile, errichte über KK_1 einen Halbkreis, der von den um Punkt 1 mit $\overline{13}$ und um Punkt 3 mit $\overline{31}$ geschlagenen Kreisbögen in m und m_1 geschnitten wird, so sind 1 und 3 die Mittelpunkte der Anfangsbögen, m und m_1 die Mittelpunkte der Schlussbögen. Fig. 11. Teile KK_1 in 4 gleiche Teile und mache die in 1 und 3 errichteten Lote gleich $^3/_4$ KK_1, so sind 1 und 3 die Mittelpunkte für die Anfangsbögen, m und m_1 für die Schlussbögen.

Fig. 12 und 13. Einhüftiger (geschobener Bogen).

Anleitung: Fig. 12. Halbiere KK_1 in M und ziehe durch M eine Vertikallinie MS = KM, fälle von S auf KK_1 das Lot SL und ziehe durch K und K_1 Horizontalen, die dieses Lot in m und m_1 treffen, so sind m und m_1 die Mittelpunkte der Bögen. Fig. 13. Zeichne ein auf KK_1 stehendes Quadrat, dessen eine Ecke mit K zusammenfällt und in dieses Quadrat ein reguläres Achteck, so sind die Eckpunkte 1, 2, 3, 4 desselben der Reihe nach die Mittelpunkte der einzelnen Kreisbögen.

Fig. 14. Der Karniesbogen.

Anleitung: Zeichne über KK_1 einen Spitzbogen KSK_1 wie in Fig. 4, errichte über KK_1 einen Halbkreis, der MS in H schneidet und verlängere KH und K_1H bis zum Schnitt mit dem Spitzbogen L und L_1, mache dann $mL = LK_1$ und $M_1L_1 = L_1K$, so sind m und m_1 die Mittelpunkte für den Schlussbogen.

Fig. 15. Der spitze Karniesbogen.

Anleitung: Errichte über KK_1 das gleichseitige Dreieck KCK_1, so schneidet die durch C gezogene Horizontale die in K und K^1 errichteten Lote in m und m_1. Es ist dann die Mitte von KK_1 Mittelpunkt für die Anfangs-, m und m_1 sind die Mittelpunkte für die Schlussbögen. Die Schnittpunkte der Diagonalen der beiden Rechtecke KMCm und K_1MCm_1 sind die Ansatzstellen für die Bögen.

Fig. 16. Der gedrückte Karniesbogen.

Anleitung: Teile KK_1 in 4 gleiche Teile und errichte über $\overline{13}$ ein Quadrat, so sind 1 und 3 die Mittelpunkte für die Anfangsbögen, m und m_1 für die Schlussbögen.

Fig. 17. Der Hufeisenrundbogen.

Anleitung: Schlage mit $^1/_2$ SS_1 einen Viertelkreis nach unten. Der Endpunkt desselben ist Durchgangspunkt für die vertikale Gerade, trage dann in SS_1 nach unten einen Winkel von 30° an, dessen Schenkel das Mittellot von SS_1 in m trifft und schlage um m mit mK einen Kreis, der das Mittellot in m_1 trifft, so sind m und m_1 die Mittelpunkte für die Bögen.

Fig. 18. Der Hufeisenspitzbogen.

Anleitung: Teile SS_1 in 3 gleiche Teile und errichte in 1 und 2 Lote gleich $^1/_3$ SS_1 bis 4 und 5, halbiere $\overline{24}$ im Punkte 3. Schlage dann mit 4 S und 5 S_1 Bögen, die sich in 6 treffen, ziehe durch 6 eine Horizontale, die die in 1 und 2 errichteten Lote in m und m_1 schneidet, dann sind m und m_1 die Mittelpunkte für die oberen Stücke des Bogens, 3 die Höhe für K und K_1.

Fig. 19. Der Maurische Hufeisenspitzbogen.

Anleitung: Teile SS_1 in 6 gleiche Teile, 2 und 3 sind die Mittelpunkte der Bögen von K und K_1 aus.

Fig. 20. Der Sternbogen.

Anleitung: Mache $Km = K_1m_1$ beliebig und schlage um m und m_1 Bögen, die sich in S treffen.

Fig. 21 und 22. Besetzte Bögen.

Zeichnung ergiebt sich aus der Figur.

Blatt 11. Massstäbe.

Fig. 1. Einen gewöhnlichen Transversalmassstab zu zeichnen, bei welchem gleichzeitig m, dm und cm abzulesen sind, und zwar in $^1/_{25}$ der natürlichen Grösse. Es entspricht also die Strecke I—II = 4 cm einem Meter in natürlicher Länge.

Fig. 2. Die Umrisse der Figur 2 sollen mit Hilfe des Transversalmassstabes, wie in der Zeichnung durch die an den einzelnen Strecken stehenden Zahlen angedeutet ist, entworfen werden. Die im Innern liegende geschlossene Kurve ist freihändig zu entwerfen.

Fig. 3. Es soll Fig. 2 in anderer Lage gezeichnet werden.

Fig. 4. Einen Proportionalitätsmassstab zu zeichnen im Verjüngungsverhältnis 3 : 7 resp. 4 : 7 resp. 3 : 4.

Fig. 5, 5a, 6, 6a. Die in Fig. 5 und 6 gezeichneten Figuren sollen in ihren Längendimensionen um $^3/_7$ verkleinert werden mit Hilfe des Massstabes 4.

Fig. 7. Viereck ABCD soll um einen Winkel von 30^0 gedreht und gleichzeitig in seinen Längenverhältnissen um $^3/_7$ verkleinert werden.

Das zweite Jahrespensum (Unter-Sekunda) umfasst die Einführung in die Projektionslehre, und zwar werden auf dieser Stufe allein Orthogonalprojektionen von Körpern auf 2 bezugsweise 3 Projektionsebenen und die schiefwinkelige Parallelprojektion von Körpern behandelt.

Wie schon oben bemerkt, sind die Orthogonalprojektionen im allgemeinen nur für besonders einfache, leicht zu übersehende Lagen der Körper zu den Projektionsebenen auszuführen. Allgemeinere Lagen der Körper kommen nur in so weit in Betracht, als sie sich aus den einfachen durch Drehungen ableiten lassen. Für die schiefwinkelige Parallelprojektion ist durchweg die Annahme gemacht, dass die Projektionsebene einer Fläche bezugsweise einer Schnittfigur durch den Körper parallel sei. Man erhält demnach auf der die Projektionsebene vertretenden Zeichenebene ein congruentes Bild der Fläche oder der Schnittfigur des Körpers. Für die Verzerrung des Körpers ist als Verkürzungsverhältnis stets das Verhältnis 1 : 2 angenommen, als Richtungsunterschied dienten Winkel von 45 oder 60 Grad. Die Axonometrie wurde nicht behandelt.

Ausser der meist neben einander ausgeführten Darstellung der Körper durch diese beiden Projektionsarten wurden Abwickelungen der Körper und ebene Schnitte durch dieselben zur Ausführung gebracht.

Das Ziel des Unterrichts auf der Unter-Sekunda kann etwa durch die 3 letzten Blätter (19, 20, 21) veranschaulicht werden, die nach Holzmodellen und den dazu gehörigen Tafeln von Witt (Elbing) zusammengestellt sind

Der Gang des Unterrichts wird am besten durch folgende 10 Blätter erläutert:

Blatt 12.

Fig. 1. Grund- und Aufriss eines Würfels zu konstruieren, dessen obere und untere Fläche ABCD und EFGH parallel zur horizontalen und dessen vordere und hintere Fläche ABFE und DCGH parallel der vertikalen Projektionsebene sind.

Fig. 2. Grund- und Aufriss eines geraden regulären sechsseitigen Prismas zu konstruieren, welches auf der horizontalen Projektionsebene steht und von welchem die beiden Flächen ABHG und EDKL der vertikalen Projektionsebene parallel sind.

Fig. 3. Grund- und Aufriss einer geraden regulären fünfseitigen Pyramide zu zeichnen, die auf der Horizontalebene steht, und von welcher die Grundkante AB der Vertikalebene parallel ist.

Fig. 4. Grund- und Aufriss eines geraden auf der Horizontalebene stehenden Kreiscylinders zu zeichnen.

Fig. 5. Grund- und Aufriss für einen auf der Horizontalebene stehenden geraden Kreiskegel zu zeichnen.

Fig. 6. Grund- und Aufriss für eine die Horizontalebene berührende Kugel zu zeichnen.

Fig. 7. Den Aufriss einer schiefen fünfseitigen unregelmässigen Pyramide zu konstruieren, von welcher der Grundriss und die Höhe gegeben sind.

Fig. 8. Den Aufriss eines schiefen regulären fünfseitigen Prismas zu konstruieren, von welchem der Grundriss und die Höhe gegeben sind.

Blatt 13.

Fig. 1. Grund- und Aufriss eines rechtwinkeligen Parallelepipedons zu konstruieren, das in der Horizontalebene steht und dessen vordere und hintere Fläche parallel der vertikalen Projektionsebene sind.

Fig. 2. Konstruktion des Netzes dieses Körpers.

Fig. 3. Grund- und Aufriss einer geraden regulären fünfseitigen Pyramide zu konstruieren, die auf der Horizontalebene steht und deren eine Grundkante parallel der Vertikalebene ist.

Fig. 4. Konstruktion ihres Netzes.

Anleitung: Die wahre Länge der Seitenkante ist Hypotenuse des rechtwinkeligen Dreiecks, dessen eine Kathete die Höhe SM und dessen andere Kathete der Radius MY des der Grundfläche umschriebenen Kreises ist.

Fig. 5. Grund- und Aufriss eines geraden auf der Horizontalebene stehenden Kreiscylinders zu zeichnen.

Fig. 6. Abwickelung desselben.

Anleitung: Die Länge des die Ausbreitung des Mantels darstellenden Rechtecks ist in der Zeichnung gleich dem Umfang des der Grundfläche des Cylinders einbeschriebenen regulären Zwölfecks gemacht.

Fig. 7. Grund- und Aufriss eines auf der Horizontalebene stehenden geraden Kreiskegels zu zeichnen.

Fig. 8. Abwickelung desselben.

Anleitung: Die Länge des Kreisbogens des die Ausbreitung des Mantels darstellenden Kreissektors ist durch zwölfmalige Abtragung der Seite des dem Grundkreise einbeschriebenen Zwölfecks erhalten.

Blatt 14.

Fig. 1. Grund- und Aufriss eines durch ein Holzmodell gegebenen Körpers (Quadratische Tafel mit prismatischem Aufsatz, dessen Grundfläche ebenfalls ein Quadrat ist) zu zeichnen.

Fig. 2. Die schiefe Parallelprojektion desselben Körpers, abgeleitet aus den Orthogonalprojektionen desselben. Verkürzung 2 : 1, Richtungsunterschied 45°.

Fig. 3 und 4. Analoge Projektionen für einen andern Körper. (Obelisk.)

Fig. 5 und 6. Dasselbe für eine gerade reguläre abgestumpfte sechsseitige Pyramide.

Fig. 7 und 8. Dasselbe für eine gerade reguläre fünfseitige Vollpyramide.

Blatt 15.

Orthogonalprojektionen auf zwei Ebenen für allgemeinere Lage der Körper in bezug auf die Projektionsebenen, hergestellt durch Drehungen der Körper um gewisse Achsen aus der einfachsten Lage zu den Projektionsebenen.

Fig. 1. Projektionen des Würfels für die einfachste Lage zu den Projektionsebenen.

Fig. 2. Die beiden Projektionen für eine andere Lage: (Drehung des Körpers um eine vertikale Achse, so dass sämtliche Punkte der Grundfläche in der Horizontalebene bleiben).

Fig. 3. Die beiden Projektionen für eine dritte Lage. (Weitere Drehung um die Ecke C, so dass alle übrigen Ecken des Körpers Kreisbögen beschreiben, deren Ebenen parallel der Vertikalebene sind.) Alle Punkte haben demnach dieselbe Entfernung von der Vertikalebene wie vorher.

Fig. 4. Die beiden Projektionsebenen für eine vierte Lage. (Weitere Drehung des Körpers um den Punkt C, so dass alle übrigen Ecken Kreisbögen beschreiben, die parallel der Horizontalebene sind.) Die Entfernungen der Ecken von der Horizontalebene bleiben ungeändert. Keine Kante des Körpers läuft einer Projektionsebene mehr parallel.

Fig. 5. Die Orthogonalprojektionen eines regulären Oktaeders zu zeichnen für den Fall, dass die Achsen CF und AD senkrecht zu den Projektionsebenen stehen.

Fig. 6. Die beiden Projektionen für eine andere Lage des Körpers zu den Projektionsebenen. (Das Oktaeder werde so gedreht, dass die Achse CF einen Winkel mit der Horizontalebene bildet, dass aber sämtliche Ecken des Körpers Kreisbögen beschreiben, deren Ebenen parallel zur Vertikalebene sind.) Die Entfernungen der Ecken des Oktaeders

von dieser Ebene bleiben also unverändert. Die Achse AD behält ihre senkrechte Lage zur Vertikalebene bei.

Fig. 7. Die beiden Projektionen für eine dritte Lage des Oktaeders. Weitere Drehung des Körpers, bis keine seiner Achsen einer Projektionsebene mehr parallel läuft.

Fig. 8. Die beiden Projektionen für eine vierte Lage. Der Körper wird so gedreht, dass die Achse CF senkrecht zur Horizontalebene steht, die anderen Achsen dagegen mit der Vertikalebene schiefe Winkel bilden.

Blatt 16.

Neben Grund- und Aufriss ist auch der Kreuz- oder Seitenriss konstruiert.

Fig. 1. Die Orthogonalprojektion eines Würfels zu konstruieren, dessen Flächen zu den drei Projektionsebenen parallel sind.

Fig. 2. Die Orthogonalprojektionen eines geraden abgestumpften Kegels zu konstruieren, dessen Grundfläche parallel zur Horizontalebene ist.

Fig. 3. Die Orthogonalprojektionen eines rechtwinkeligen Parallelepipedons zu konstruieren, dessen Flächen parallel zu den Projektionsebenen sind.

Fig. 4. Die Orthogonalprojektionen einer geraden abgestumpften sechsseitigen regulären Pyramide zu konstruieren, deren Grundfläche parallel zur Horizontalebene ist.

Fig. 5. Die Orthogonalprojektionen eines geraden regulären vierseitigen Prismas zu konstruieren, dessen Grundfläche der Vertikalebene parallel ist.

Fig. 6. Die Projektionen für eine andere Lage des Prismas. Drehung gegen die Vertikalebene unter Beibehaltung seiner Lage gegen die Horizontalebene.

Fig. 7. Die Orthogonalprojektionen eines geraden vierseitigen Prismas zu konstruieren, dessen Grundfläche Rechtecke sind, die der Horizontalebene parallel sind.

Fig. 8. Die Orthogonalprojektionen eines geraden regulären sechsseitigen Prismas zu konstruieren, dessen Grundflächen parallel der Horizontalebene, während ein paar Seitenflächen parallel der Vertikalebene sind.

Fig. 9. Die Projektionen für eine andere Lage des Prismas. Drehung gegen die Horizontalebene unter Beibehaltung seiner Lage zur Vertikalebene.

Fig. 10. Die Projektionen für eine dritte Lage. Weitere Drehung gegen die Vertikalebene unter Beibehaltung seiner Lage zur Horizontalebene.

Blatt 17.

Fig. 1. Grund- und Aufriss der Erdkugel mit einer Anzahl von Parallelkreisen und Meridianen zu konstruieren für den Fall, dass die Erdachse senkrecht zur Horizontalebene steht.

Fig. 2. Die beiden Projektionen für eine andere Lage. Die Achse läuft zwar noch parallel zur Vertikalebene, hat auch noch dieselbe Entfernung von derselben wie früher, ist aber gegen die Horizontalebene geneigt.

Fig. 3. Die beiden Projektionen für eine dritte Lage der Kugel. Die Achse ist keiner der Projektionsebenen mehr parallel. Diese Lage wird aus der vorigen durch eine Drehung erhalten, bei welcher die einzelnen Punkte der Kugel Kreisbögen beschreiben,

die zur Horizontalebene parallel sind. Die einzelnen Punkte ändern also ihre Entfernung von der Horizontalebene nicht.

Blatt 18.

Fig. 1. Die 3 Orthogonalprojektionen eines auf der Horizontalebene stehenden Kreiscylinders zu konstruieren, der durch einen zur Vertikalebene senkrechten ebenen Schnitt schräge abgestumpft ist.

Fig. 2. Die 3 Orthogonalprojektionen für einen geraden auf der Horizontalebene stehenden Kreiskegel zu konstruieren, der durch einen zur Vertikalebene senkrechten Schnitt schräge abgestumpft ist.

Fig. 3. Die 3 Orthogonalprojektionen für eine gerade reguläre achtseitige auf der Horizontalebene stehende Pyramide zu konstruieren, von welcher ein paar Grundkanten der Projektionsachse parallel laufen und welche durch einen zur Vertikalebene senkrechten Schnitt schräge abgestumpft ist.

Fig. 4. Die 3 Orthogonalprojektionen für ein Kugelsegment zu konstruieren, das entstanden ist aus einer Vollkugel durch einen zur Vertikalebene senkrechten und zur Horizontalebene geneigten ebenen Schnitt.

Blatt 19 (nach Witt).

Fig. 1. Die 3 Orthogonalprojektionen eines durch Holzmodell gegebenen Körpers zu konstruieren.

Fig. 2. Die schiefe Parallelprojektion desselben Körpers zu konstruieren.

Fig. 3. Das Netz oder die Abwickelung des Körpers zu konstruieren.

Fig. 4. Die wahre Gestalt und Grösse eines ebenen Schnitts zu konstruieren, der durch den oberen Teil des Körpers parallel zur Grundfläche gelegt ist und der in den Figuren 1, 2 und 3 durch Linien mit den Endpunkten a, b, c und d angedeutet ist.

Fig. 5. Die wahre Gestalt und Grösse eines anderen ebenen Schnitts zu konstruieren, der senkrecht zur Grundfläche des Körpers steht, den Körper der ganzen Länge nach durchschneidet und der in den Figuren 1, 2, 3 und 6 durch Linien mit den Endpunkten x, y, z, v, w angedeutet ist.

Fig. 6. Eine andere schiefe Parallelprojektion des Körpers für den Fall, dass die Projektionsebene jetzt einer Seitenwand des Körpers parallel ist.

Durch den Schnitt 5 wird diese Projektion in zwei Teile geteilt, die in horizontaler Richtung auseinander gezogen sind.

Blatt 20 (nach Witt).

Fig. 1. Die 3 Orthogonalprojektionen eines durch Holzmodell gegebenen Körpers zu konstruieren.

Fig. 2. Schiefe Parallelprojektion desselben.

Fig. 3. Abwikelung desselben mit Ausschluss der Grundfläche.

Fig. 4. Wahre Gestalt und Grösse des in den Figuren 1, 2 und 3 angedeuteten ebenen Schnitts, der senkrecht zur Vertikalebene, zur Horizontalebene in schräger Richtung gelegt ist.

Fig. 5 und 6. Orthogonalprojektionen und schiefe Parallelprojektionen eines anderen durch Holzmodell gegebenen Körpers. Durch den in den Figuren durch Strich-Punktlinien angedeuteten Schnitt wird Fig. 6 in 2 Teile zerlegt, die in schräger Richtung auseinander gezogen sind.

Fig. 7. Der Schnitt in wahrer Gestalt und Grösse.

Blatt 21 (nach Witt).

Fig. 1. Die Orthogonalprojektionen eines durch Holzmodell gegebenen Körpers (Kreiscylinder mit aufgesetztem Kegel) zu konstruieren. Der Mantel des Cylinders wird von einer Schraubenlinie in 2 Gängen umzogen.

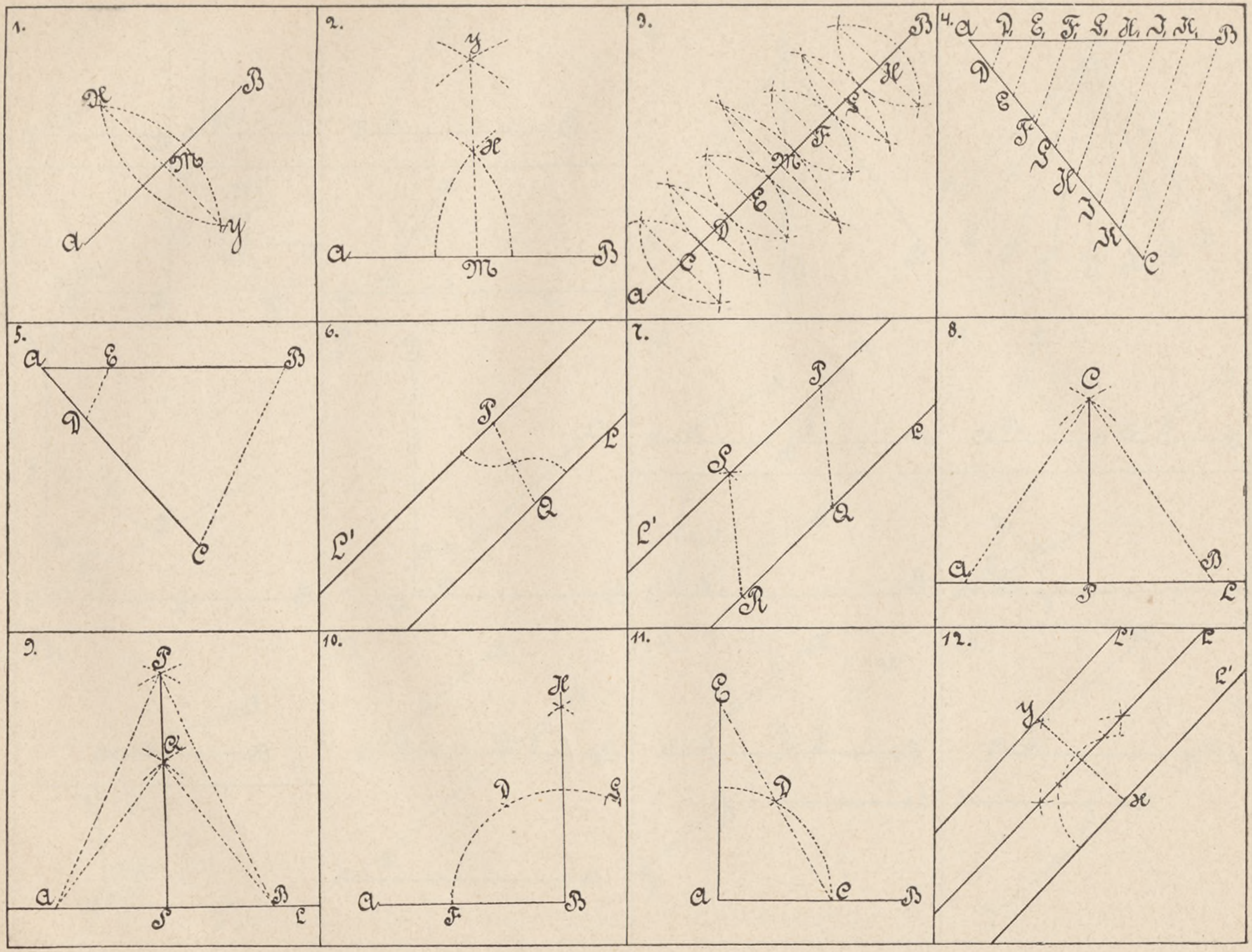
Fig. 2. Schiefe Parallelprojektion desselben.

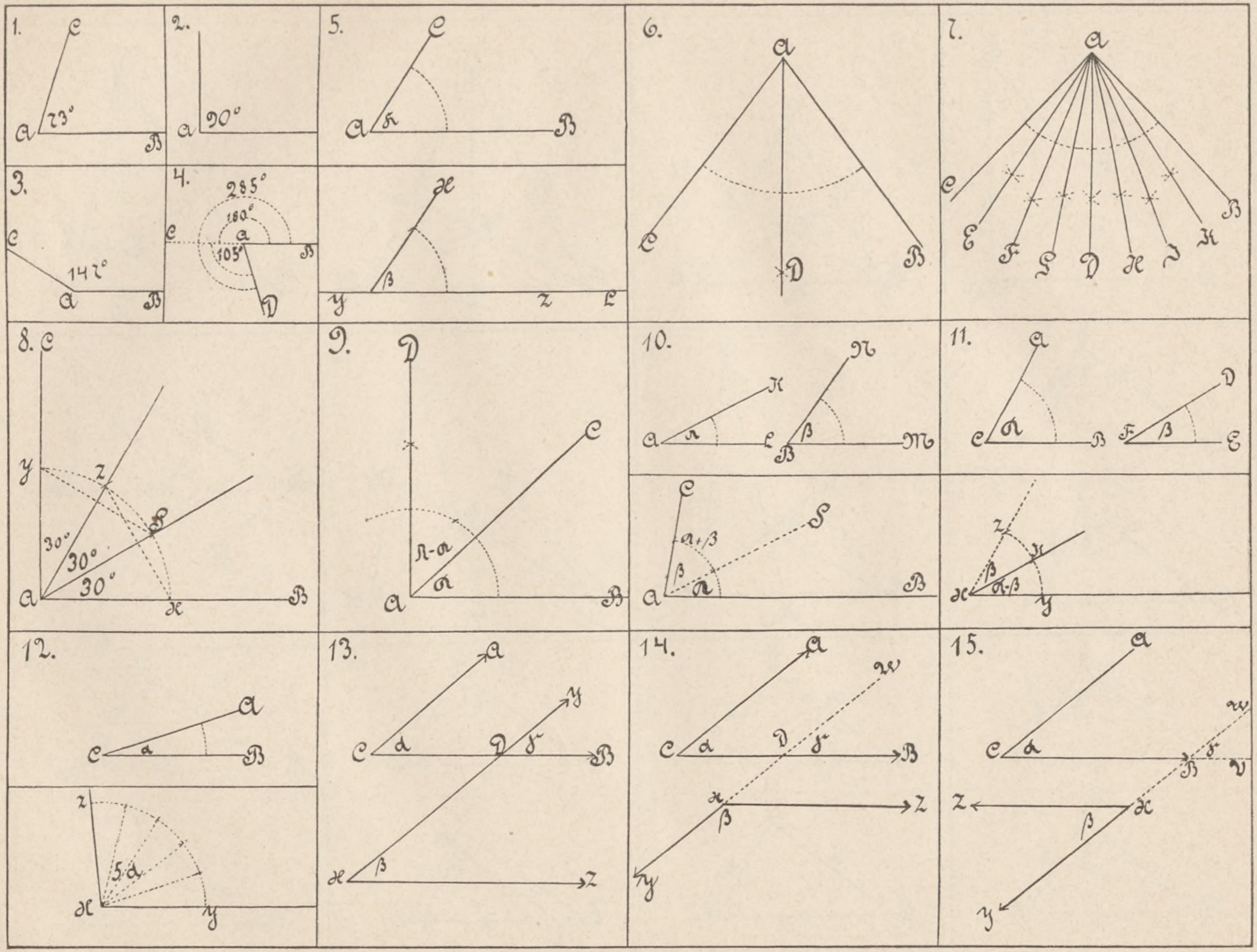
Fig. 3. Abwickelung des Cylindermantels.

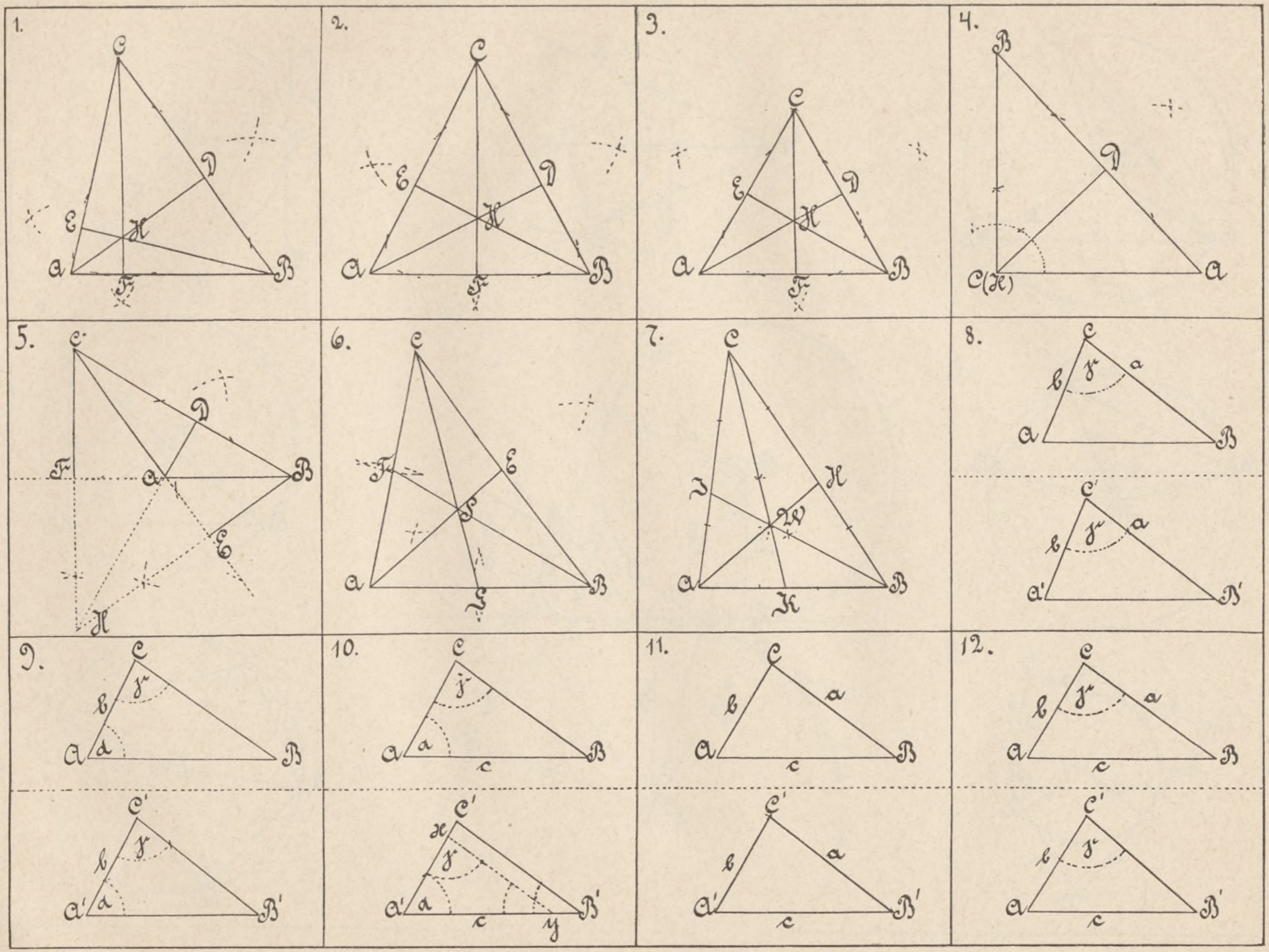
Fig. 4. Abwickelung des Kegelmantels.

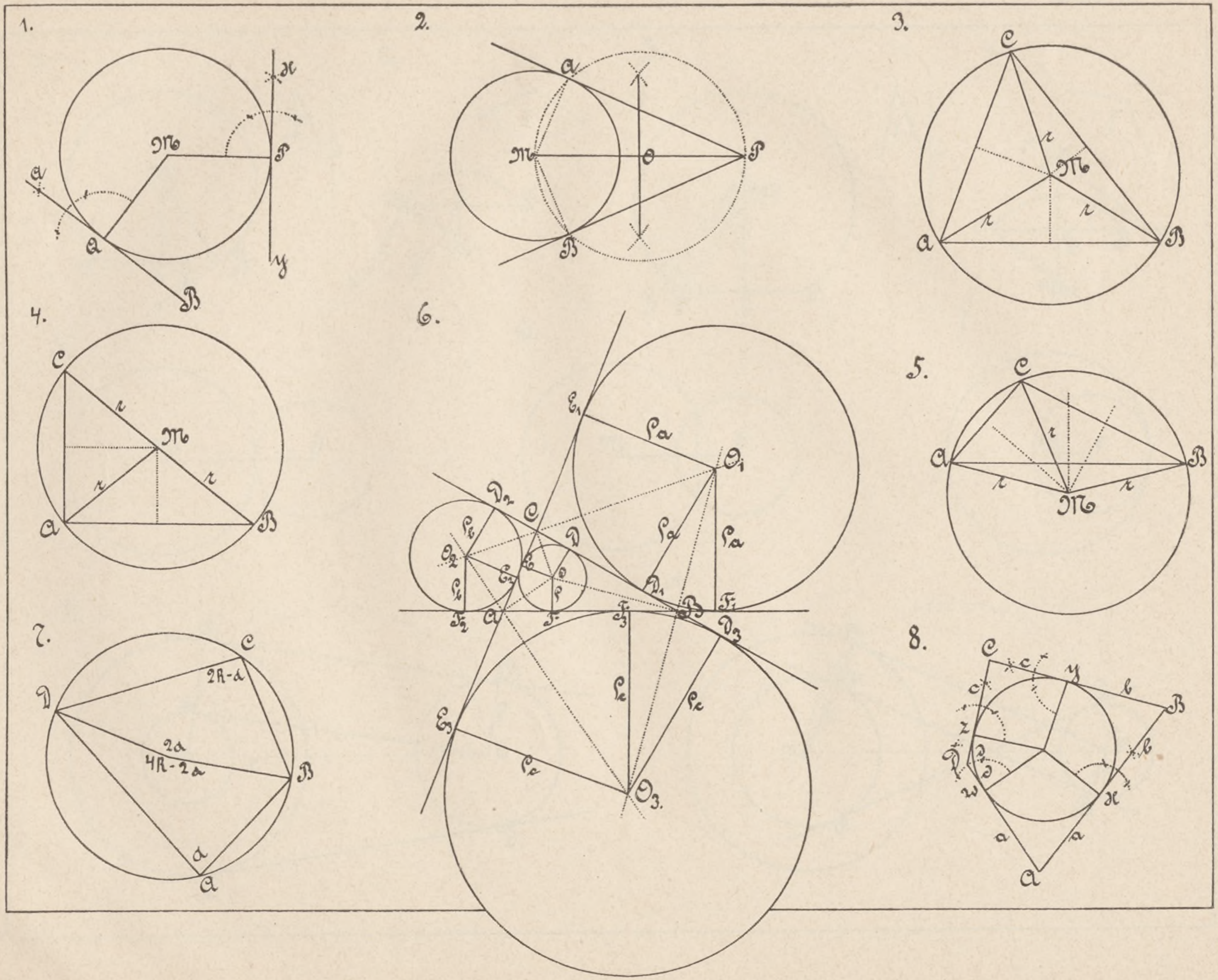
Anmerkung: Die Strich-Punktlinien deuten einen ebenen zur Vertikalebene, senkrechten zur Horizontalebene geneigten Schnitt an. Durch diesen Schnitt wird Fig. 2 in 2 Teile zerlegt, die in vertikaler Richtung auseinander gezogen sind.

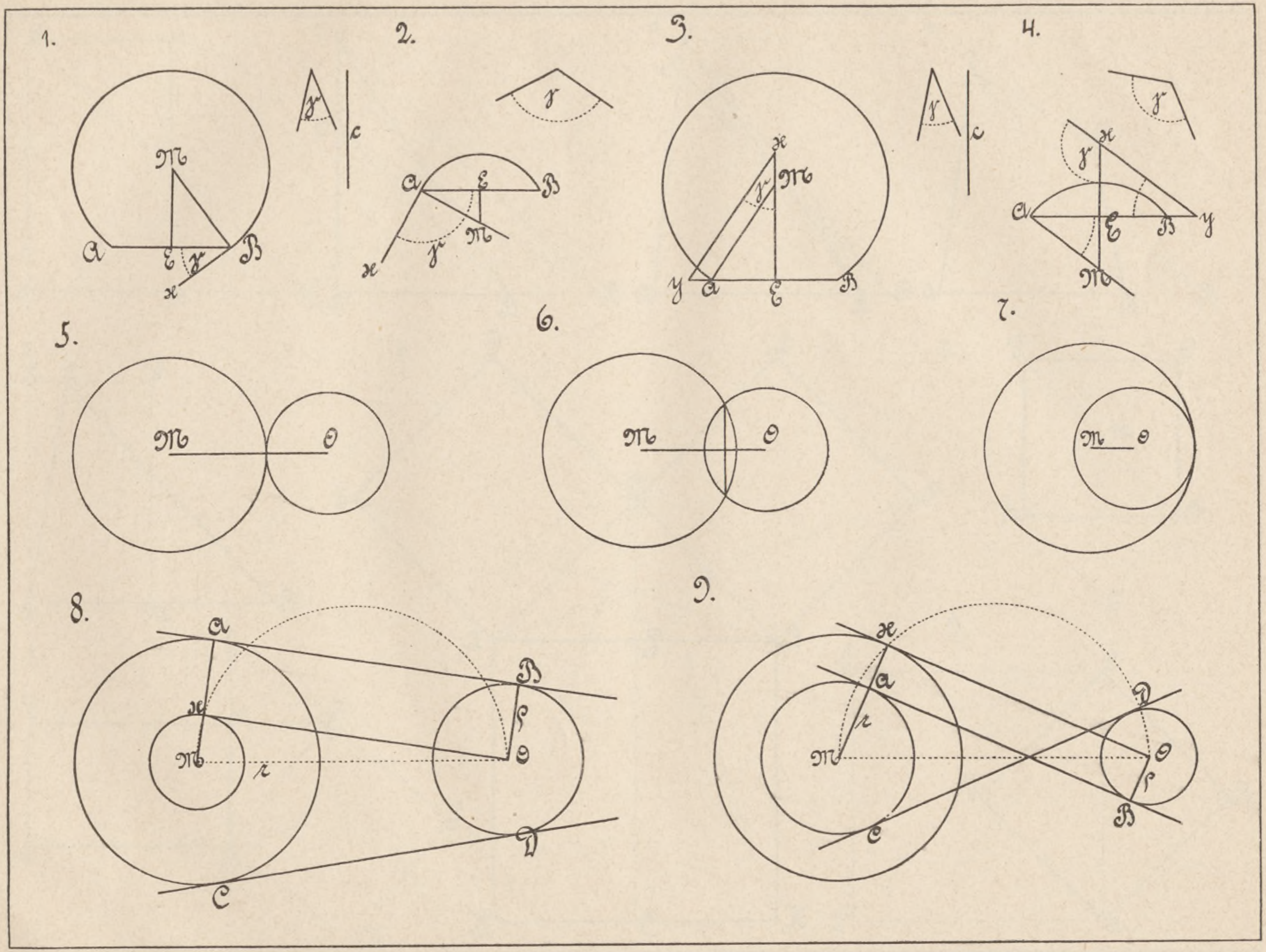
Fig. 5 und 6. Orthogonalprojektionen und schiefe Parallelprojektion eines durch Holzmodell gegebenen Körpers.



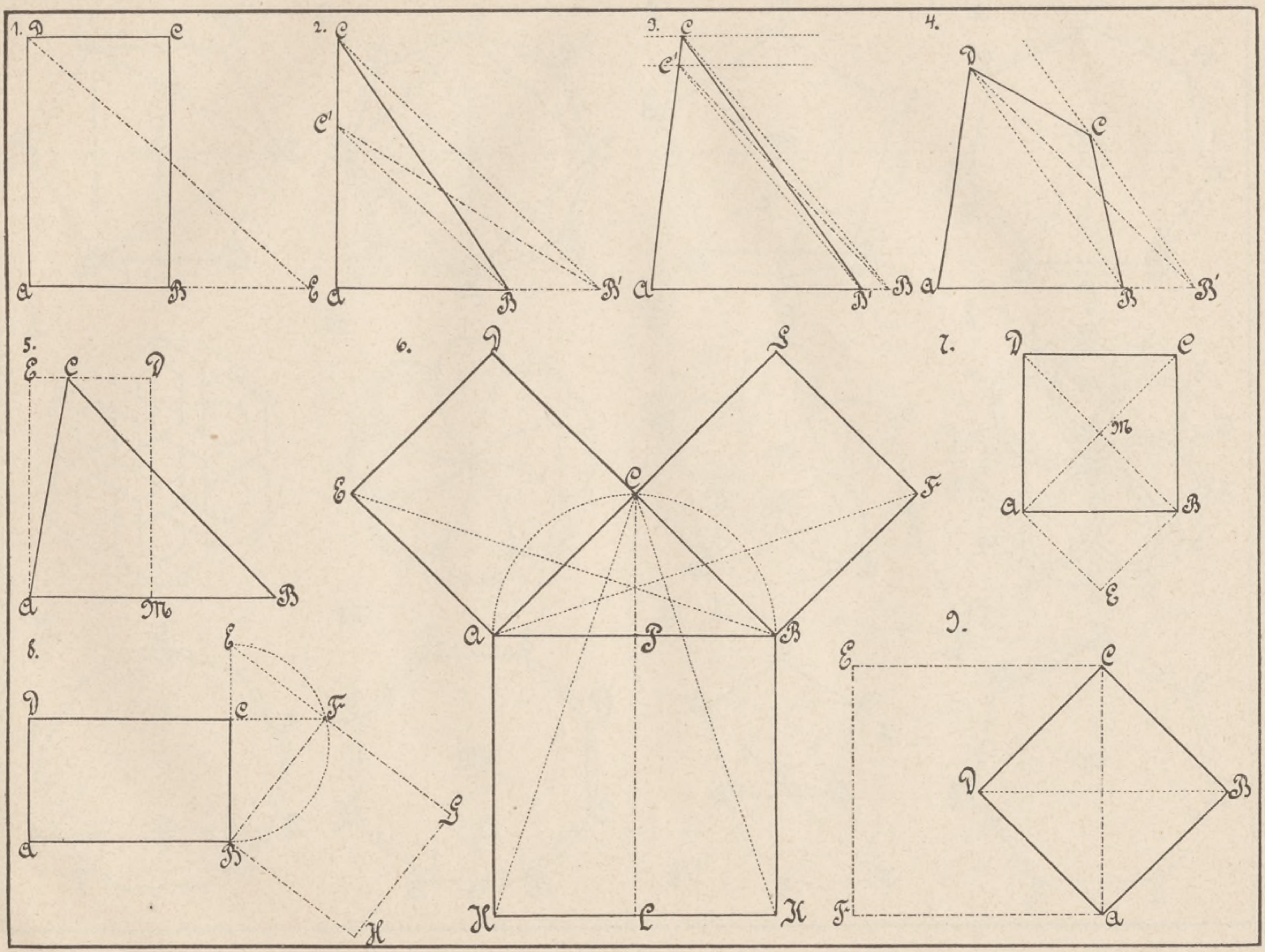

1.
23°
2.
90°
3.
142°
4.
285°
180°
105°
5.
6.
7.
8.
30°
30°
30°
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.

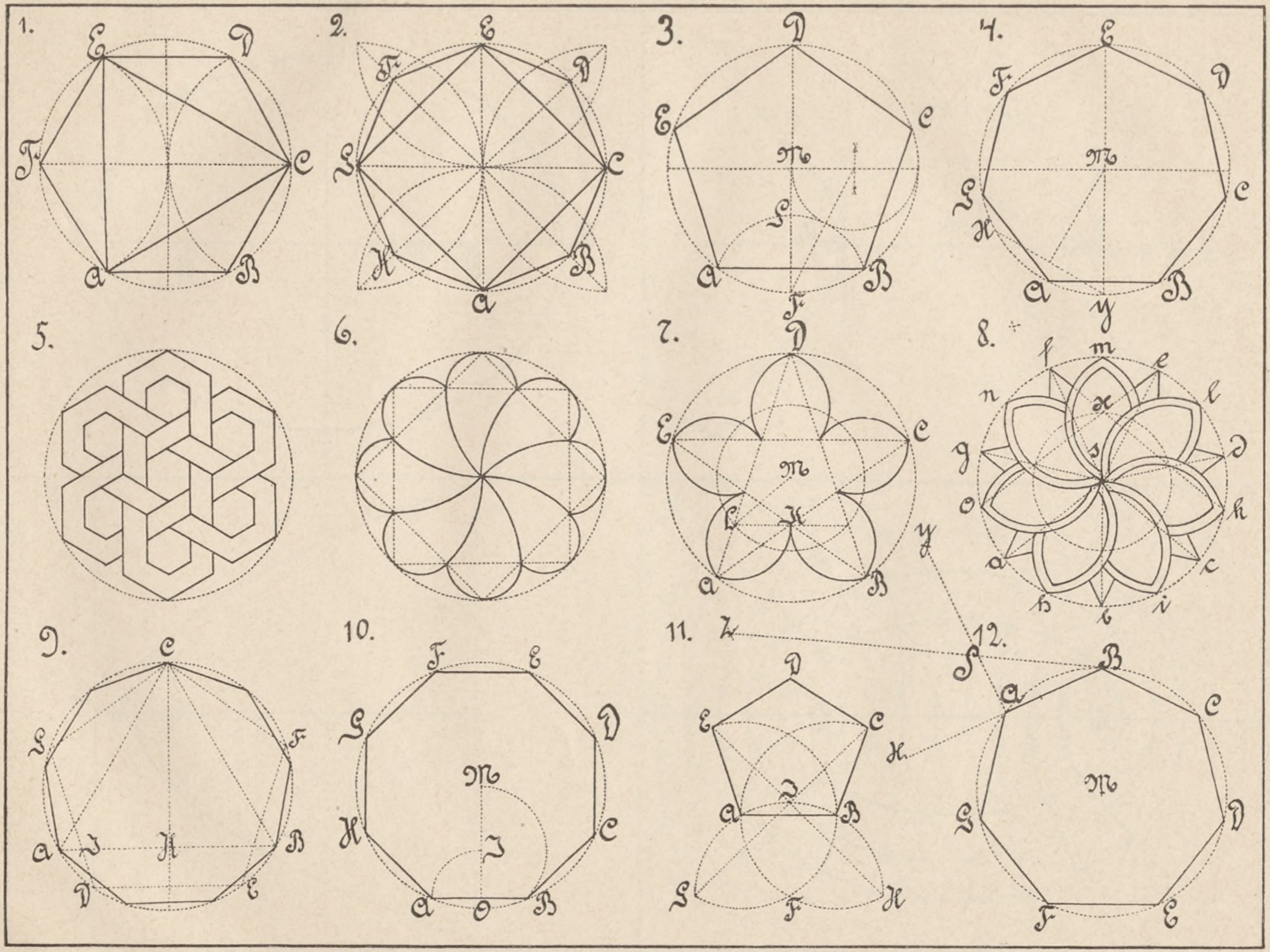

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.

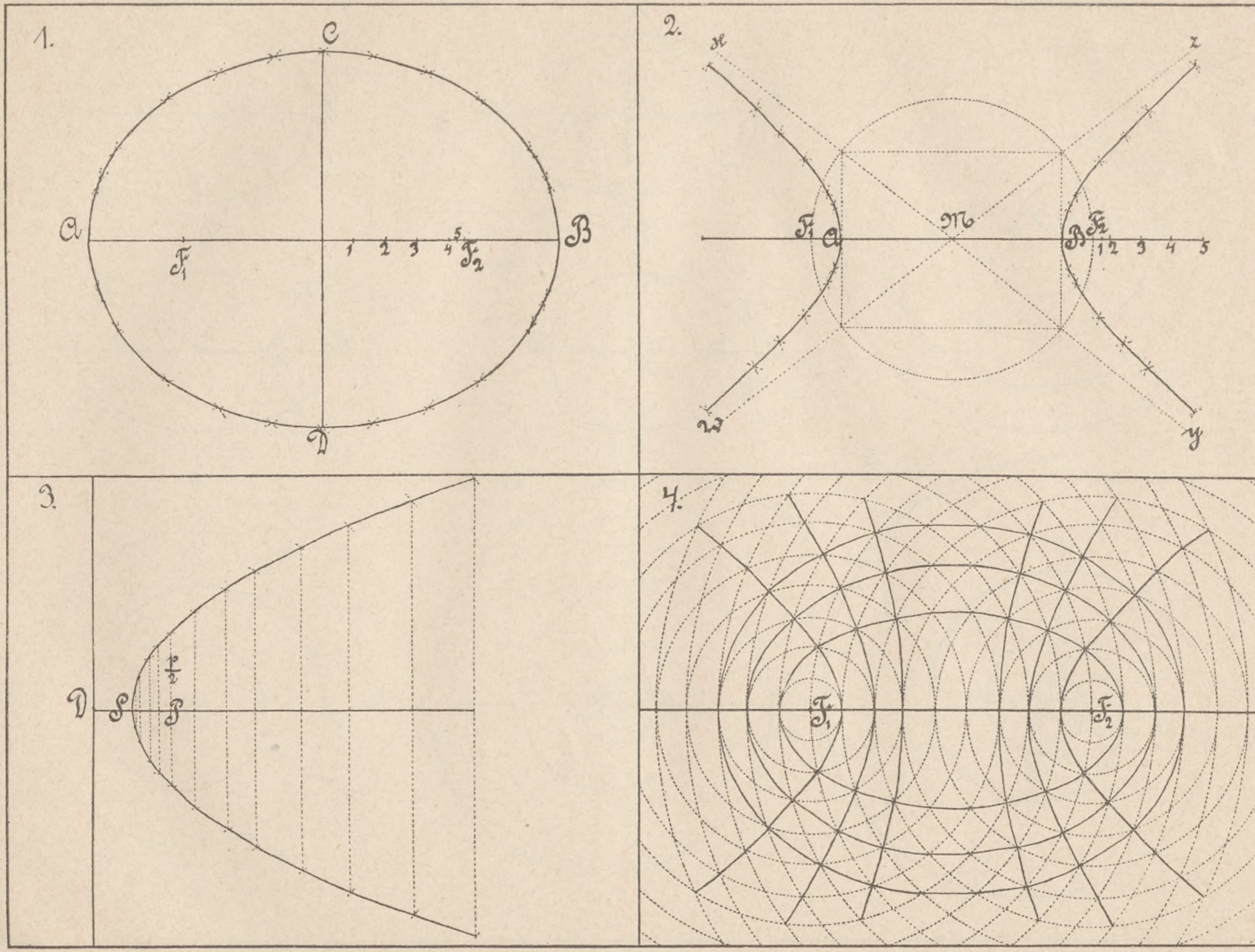

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
2R-α
4R-2α

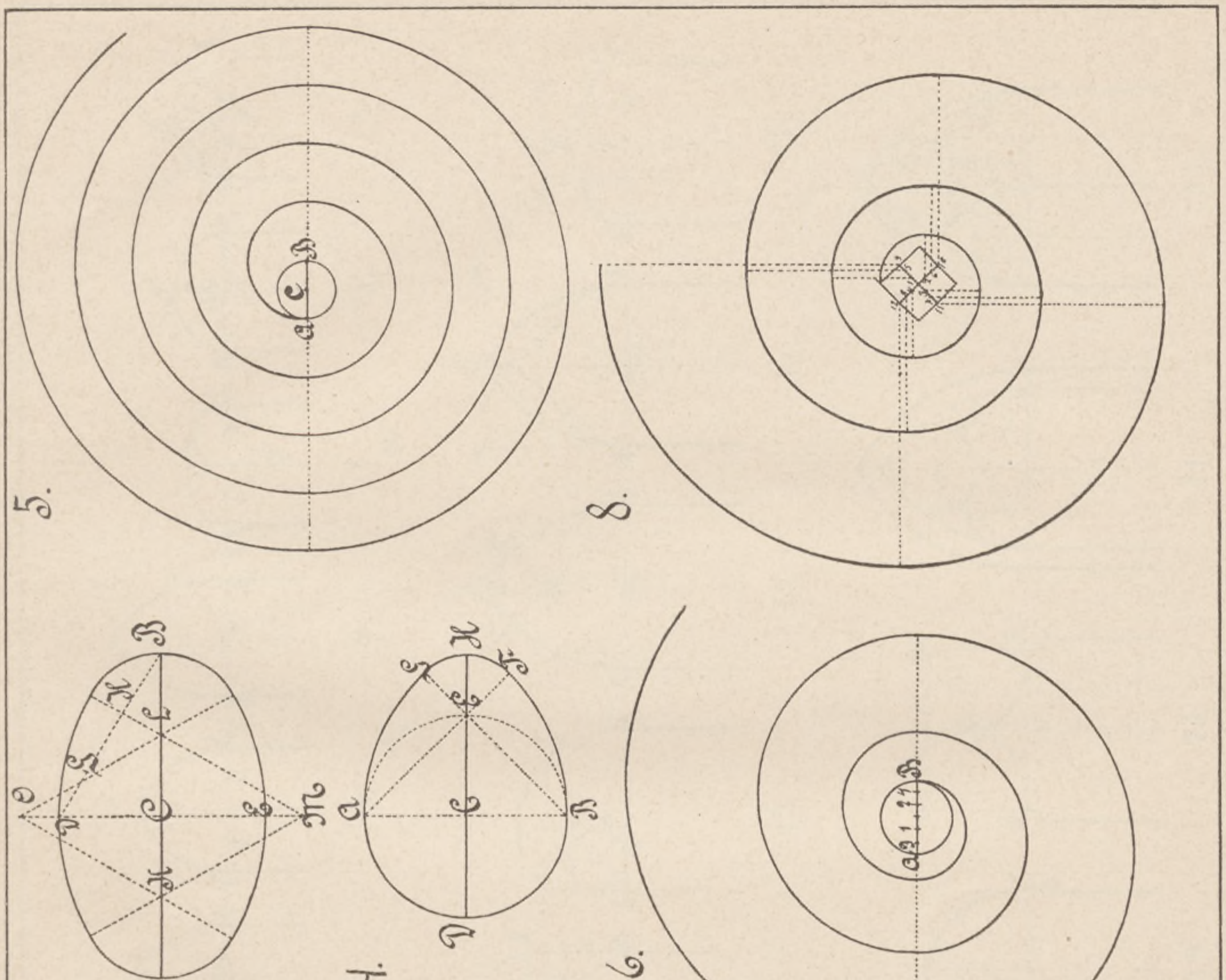

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.

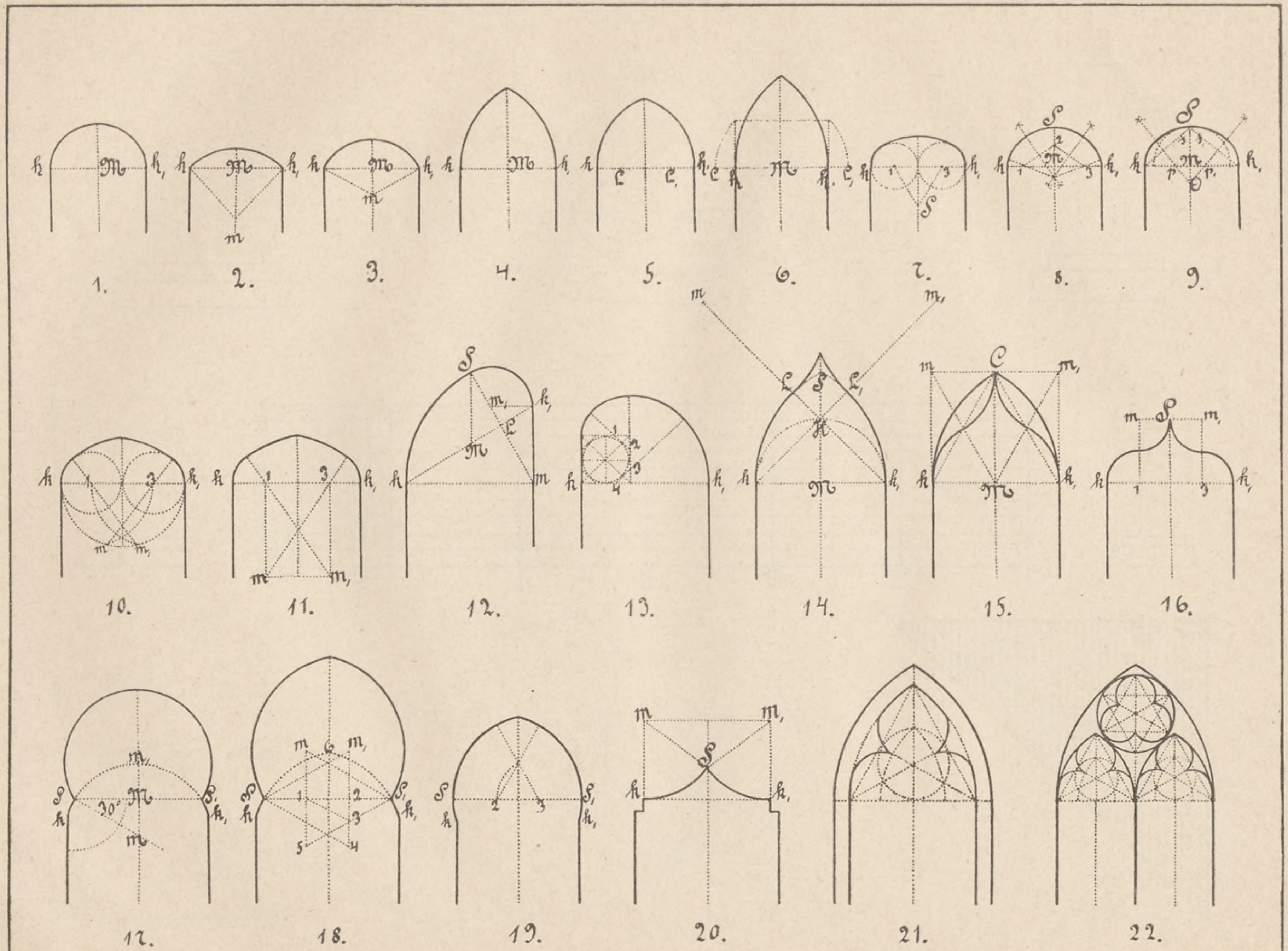
Blatt 6.

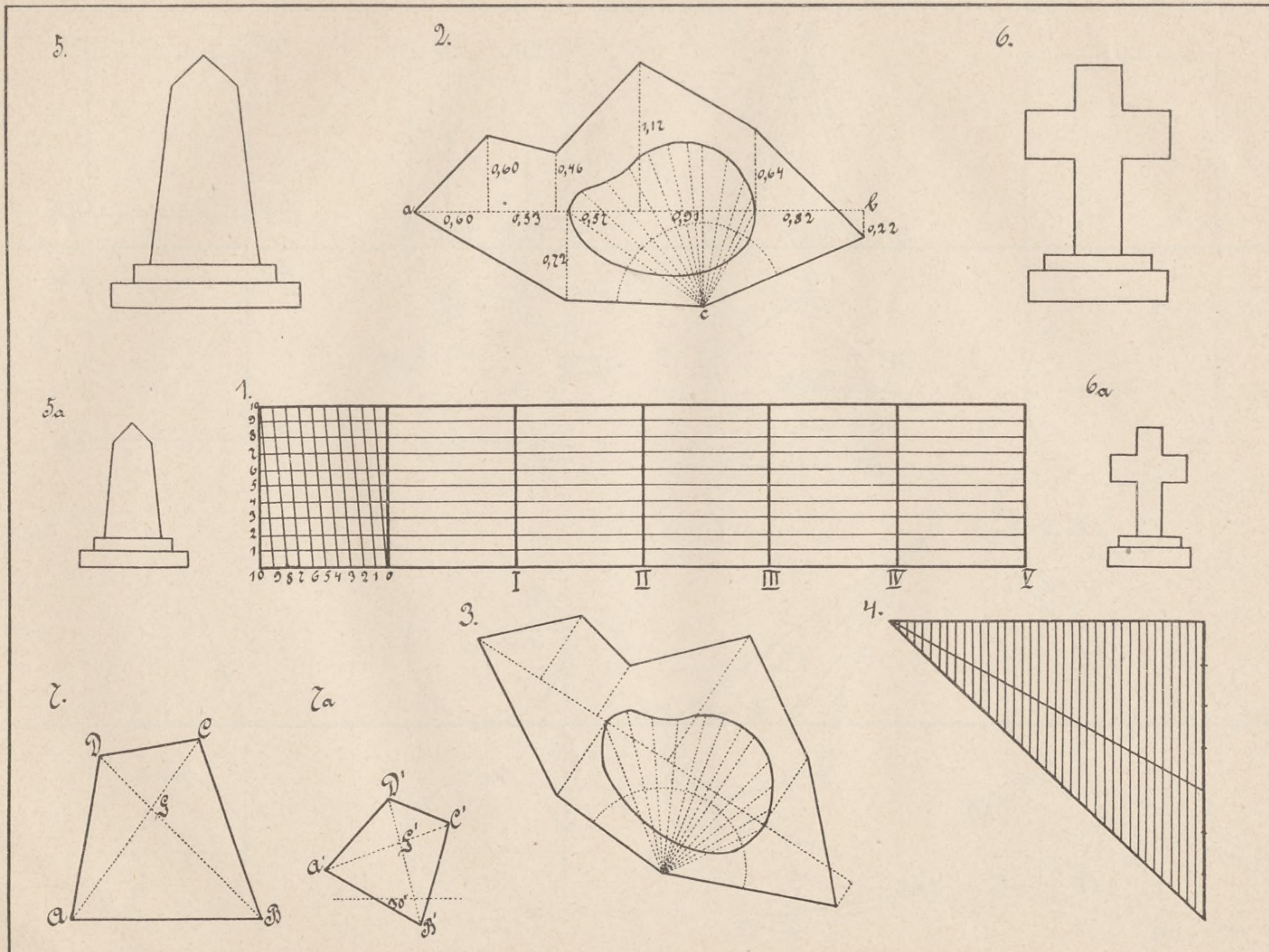

1. D C A B E
2. C C' A B B'
3. C C' A B' B
4. D C A B B'
5. E C D A M B
6. D L E C F A P B K L K
7. D C M A B E
8. E D C F G A B H
9. E C D B F A

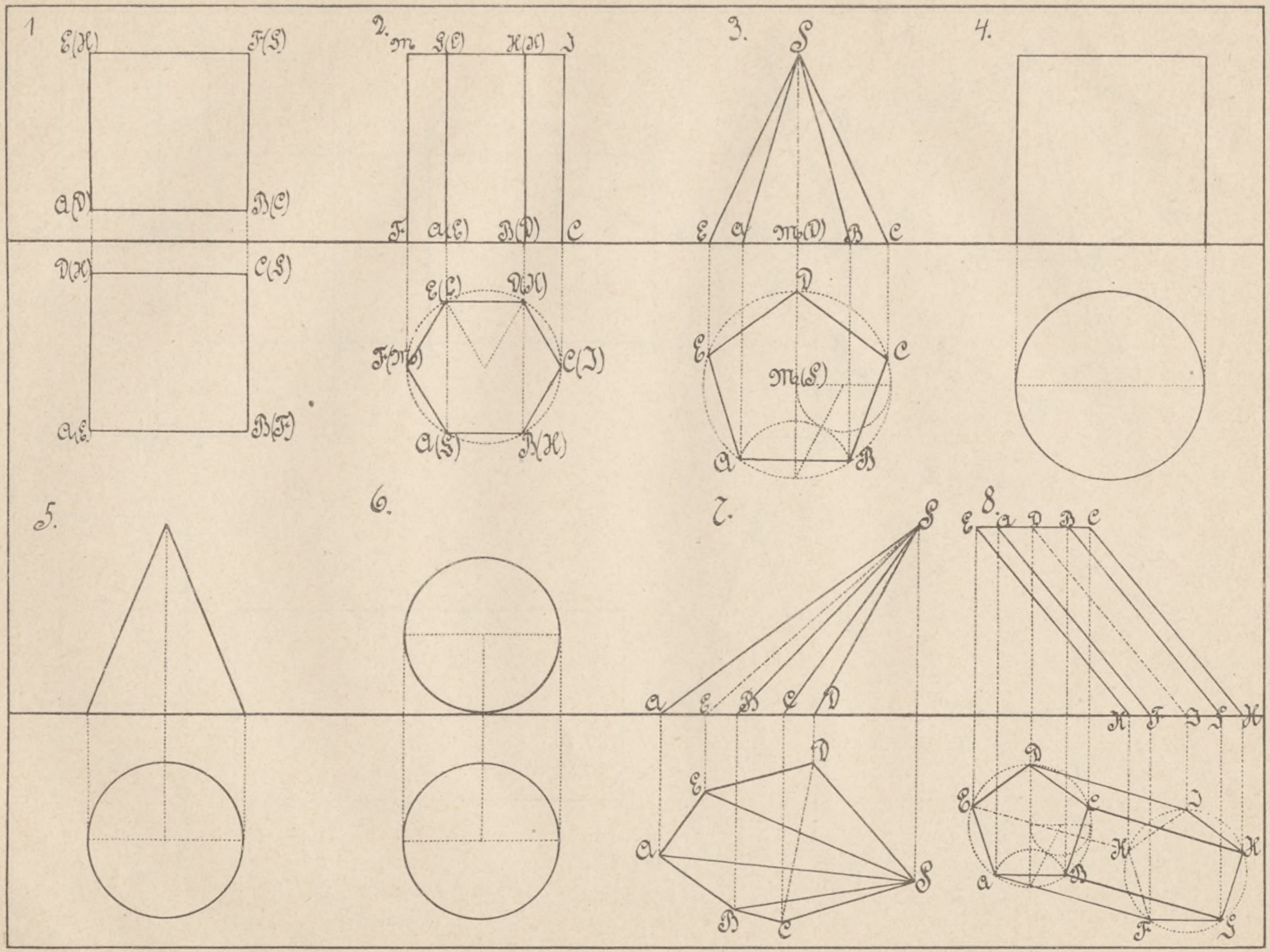

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.

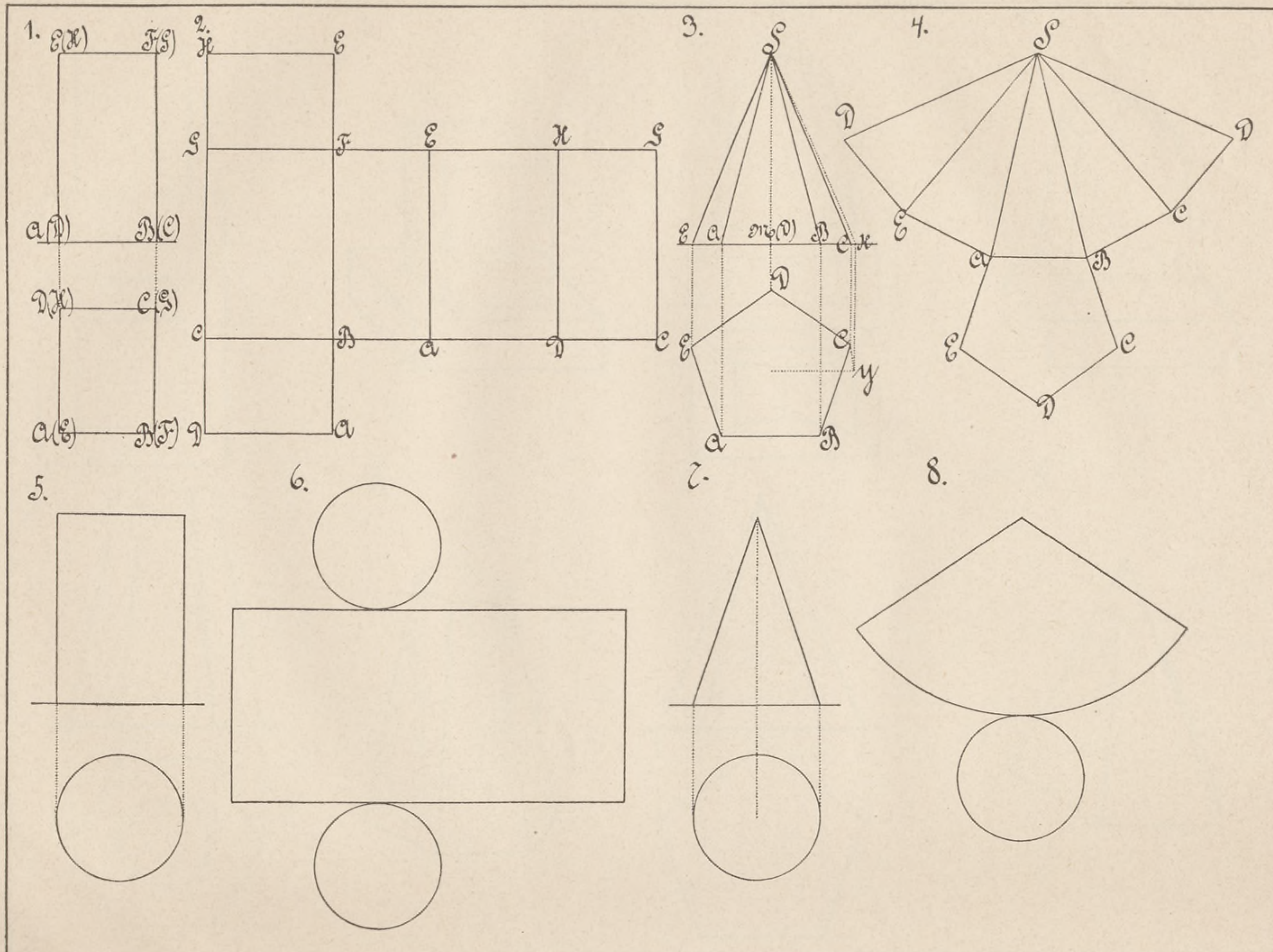

1.
C
A
B
D
F1
1 2 3 4 5
F2
2.
x
z
w
y
M
F1
A
B
F2
1 2 3 4 5
3.
D
S
F
p/2
4.
F1
F2

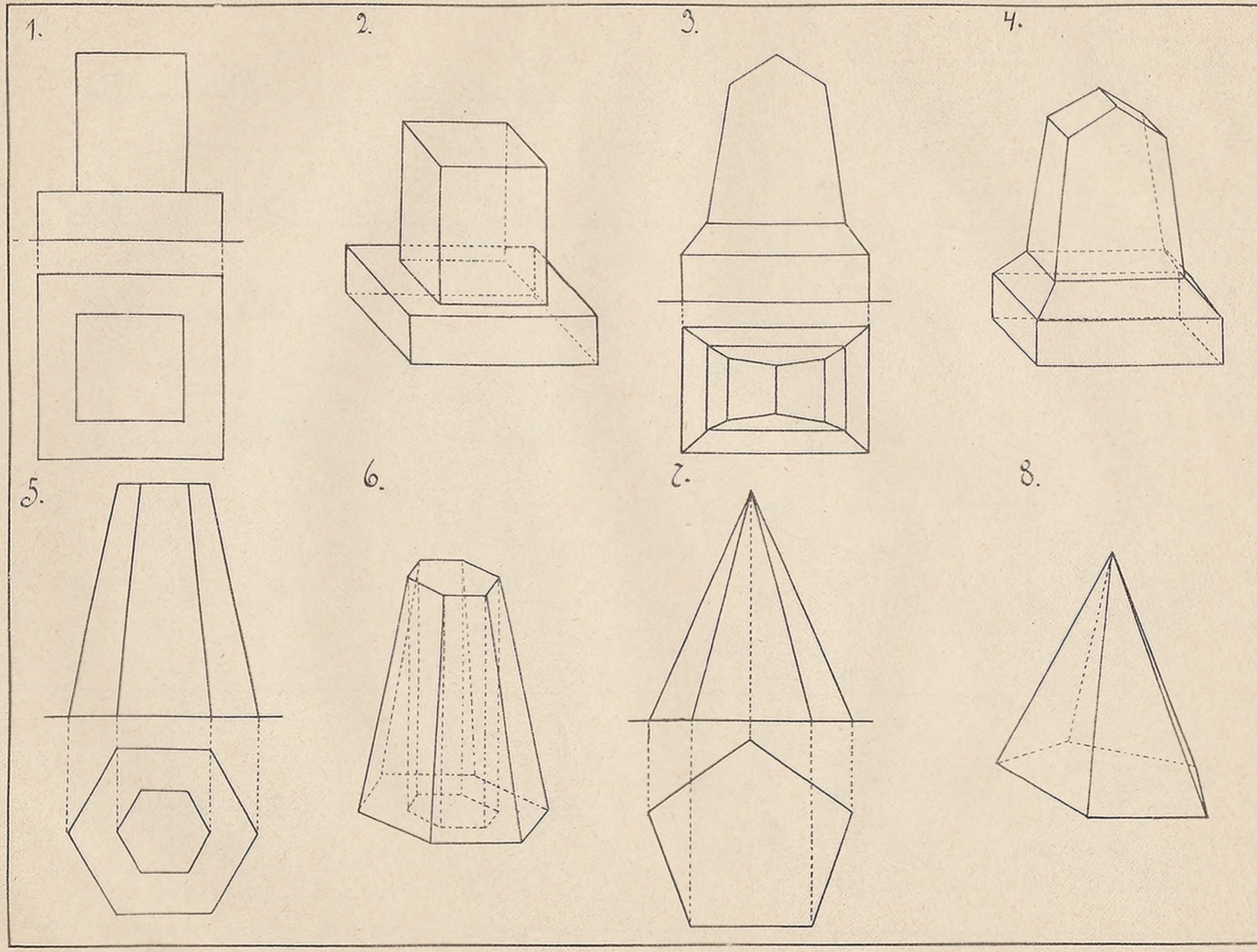

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.

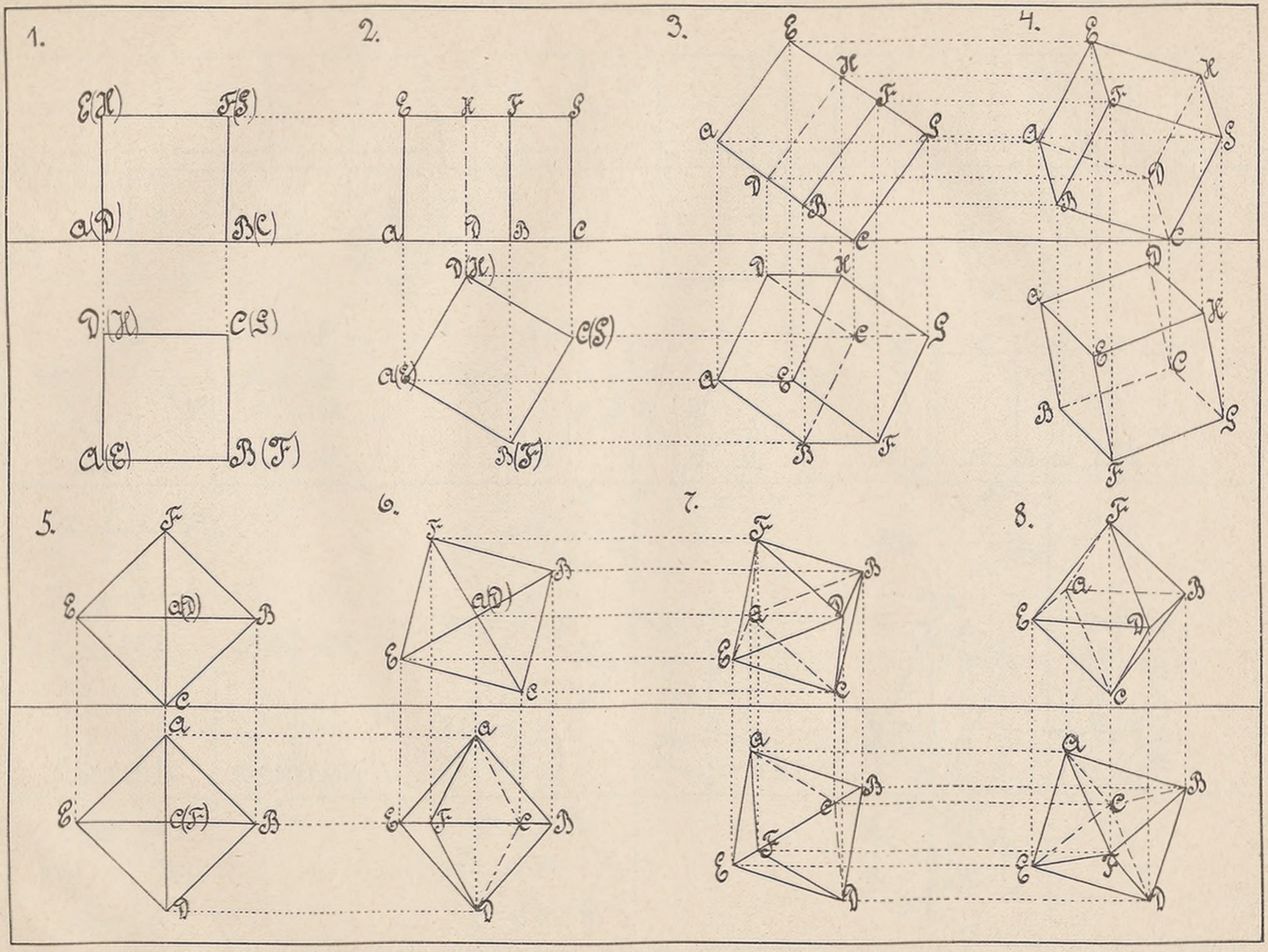

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.

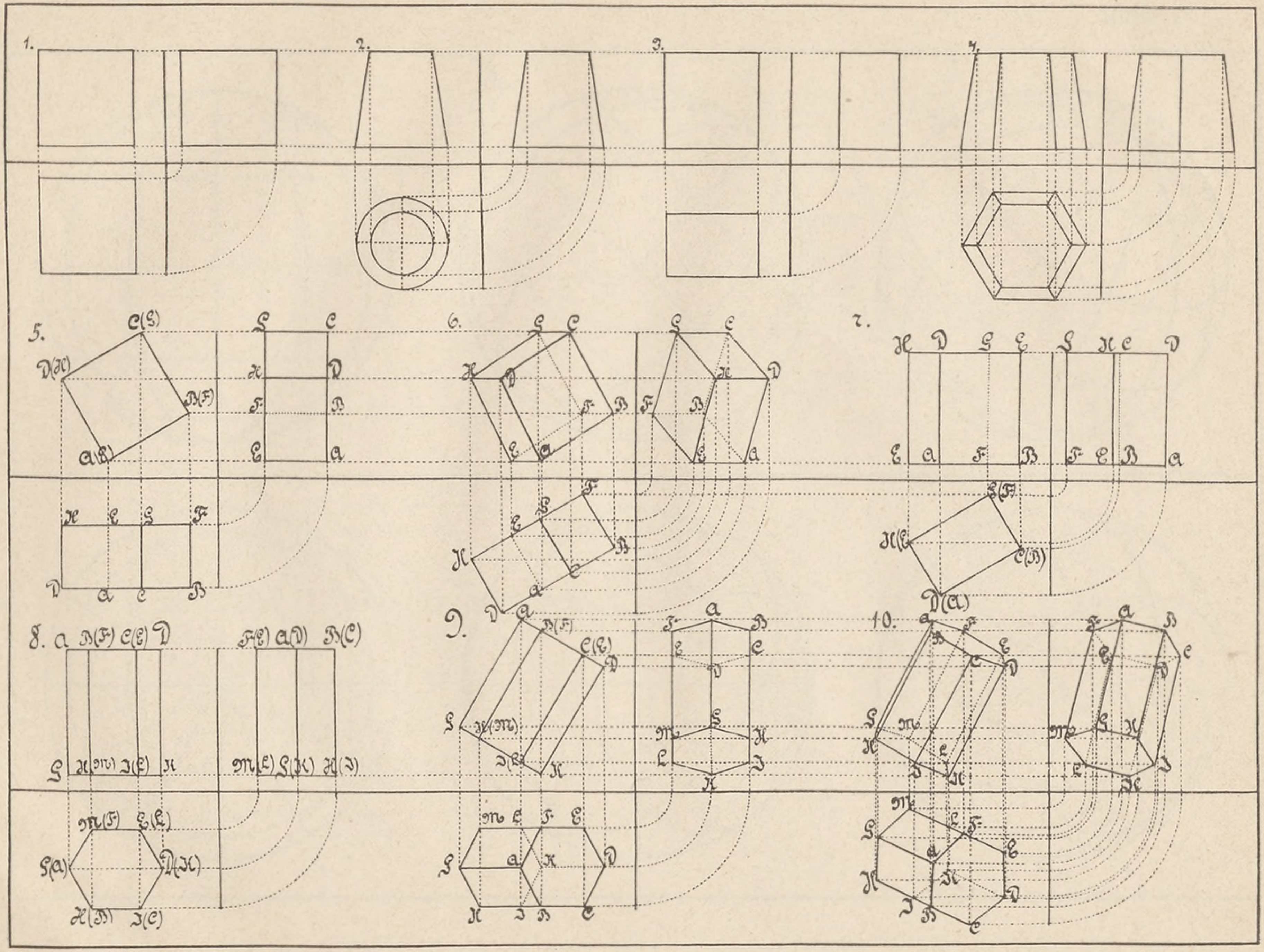

5.
2.
6.
1,12
0,60
0,46
0,64
a
b
c
0,60
0,33
0,52
0,91
0,82
0,22
0,72
5a
1.
6a
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0
I
II
III
IV
V
3.
4.
7.
7a
A
B
C
D
S
A'
B'
C'
D'
S'
30°


1
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.

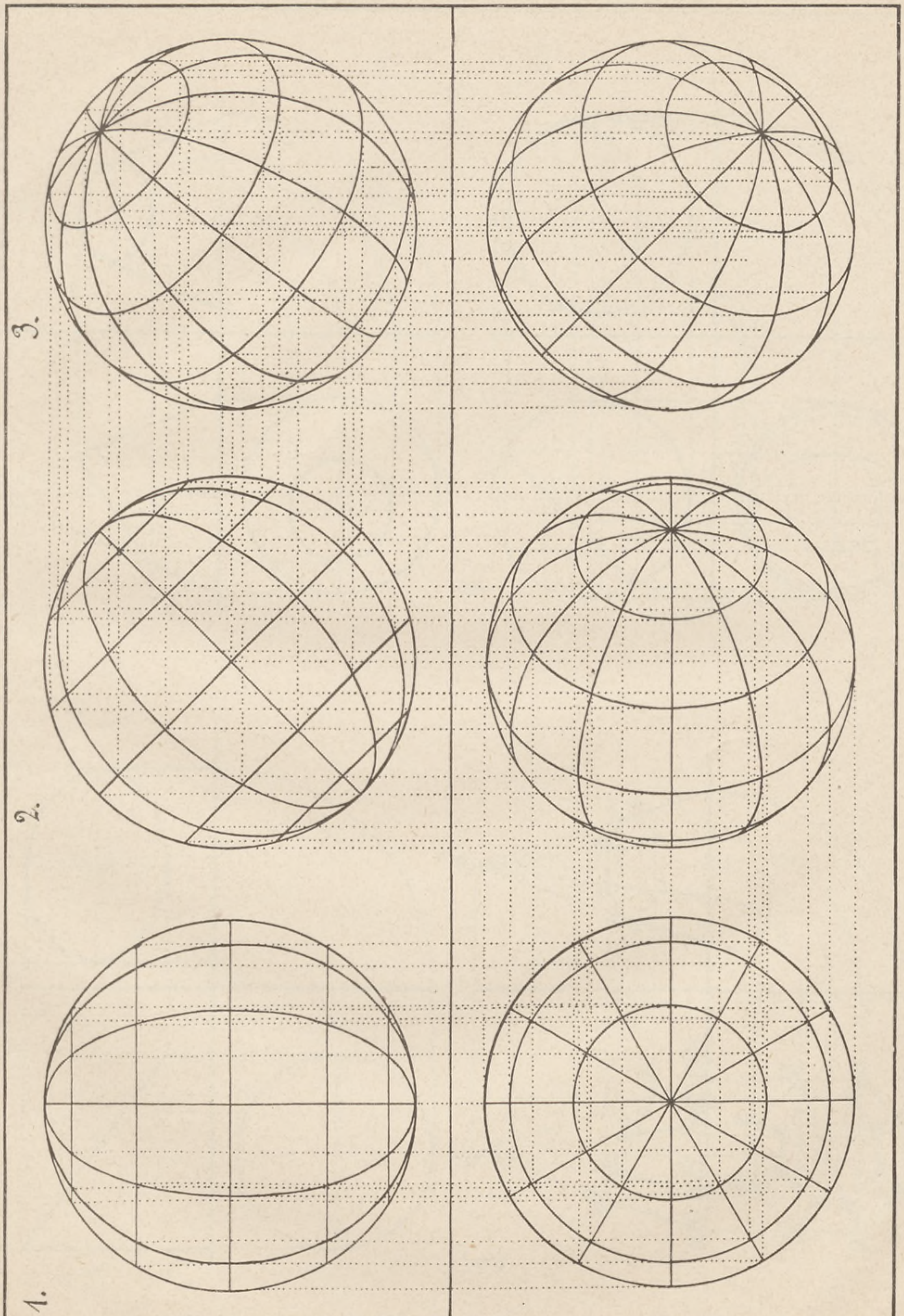

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.

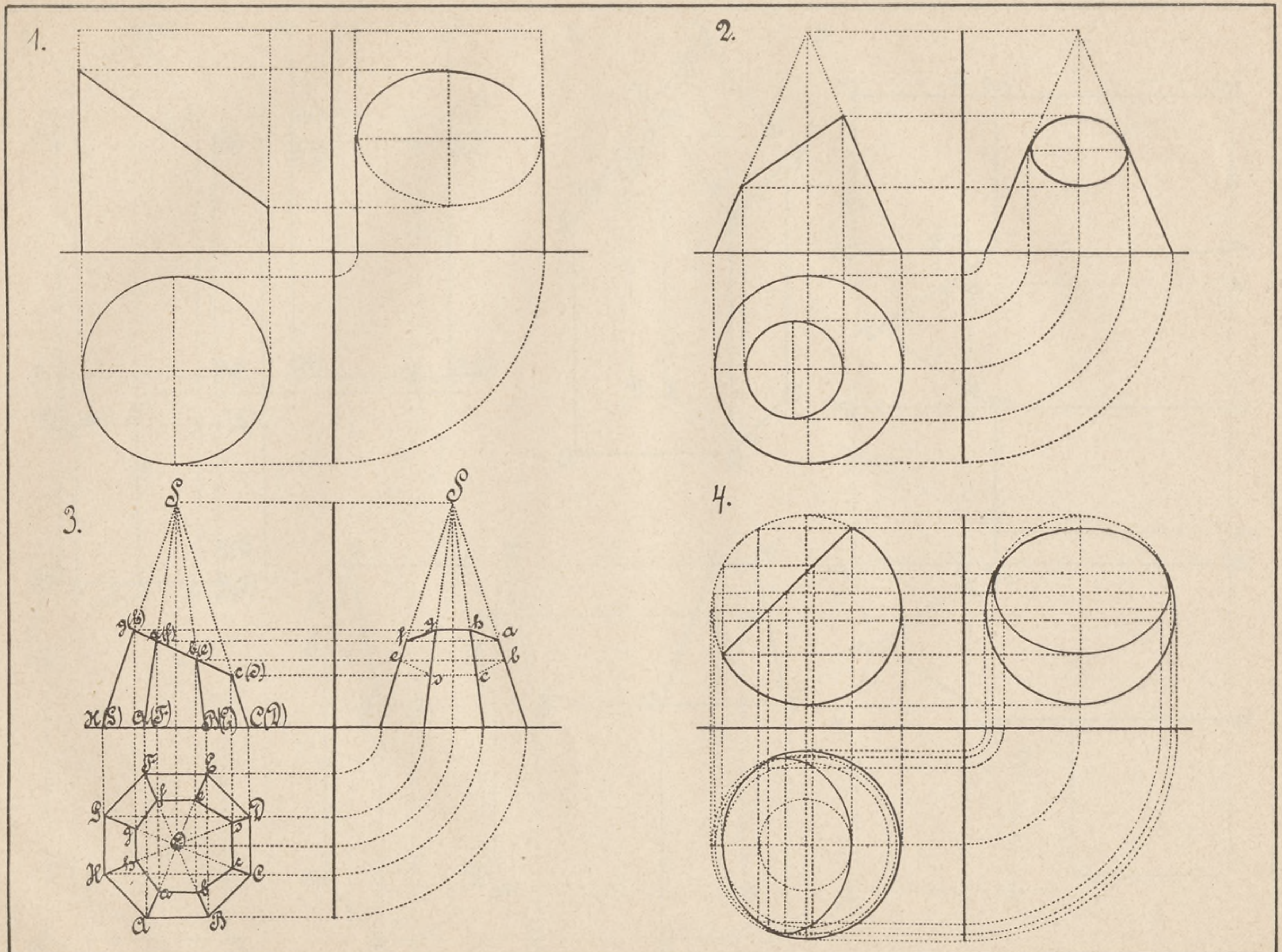

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.

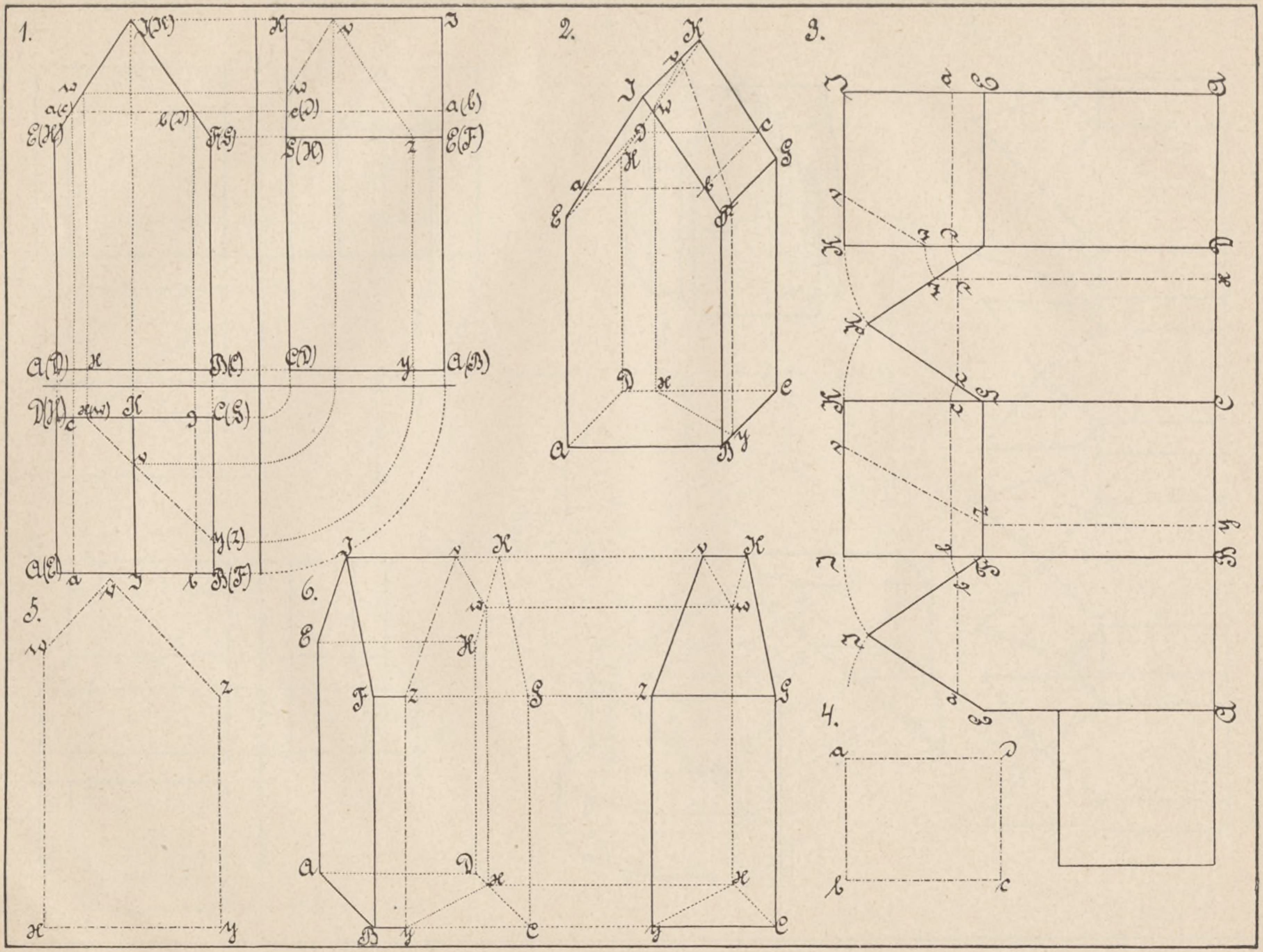

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.

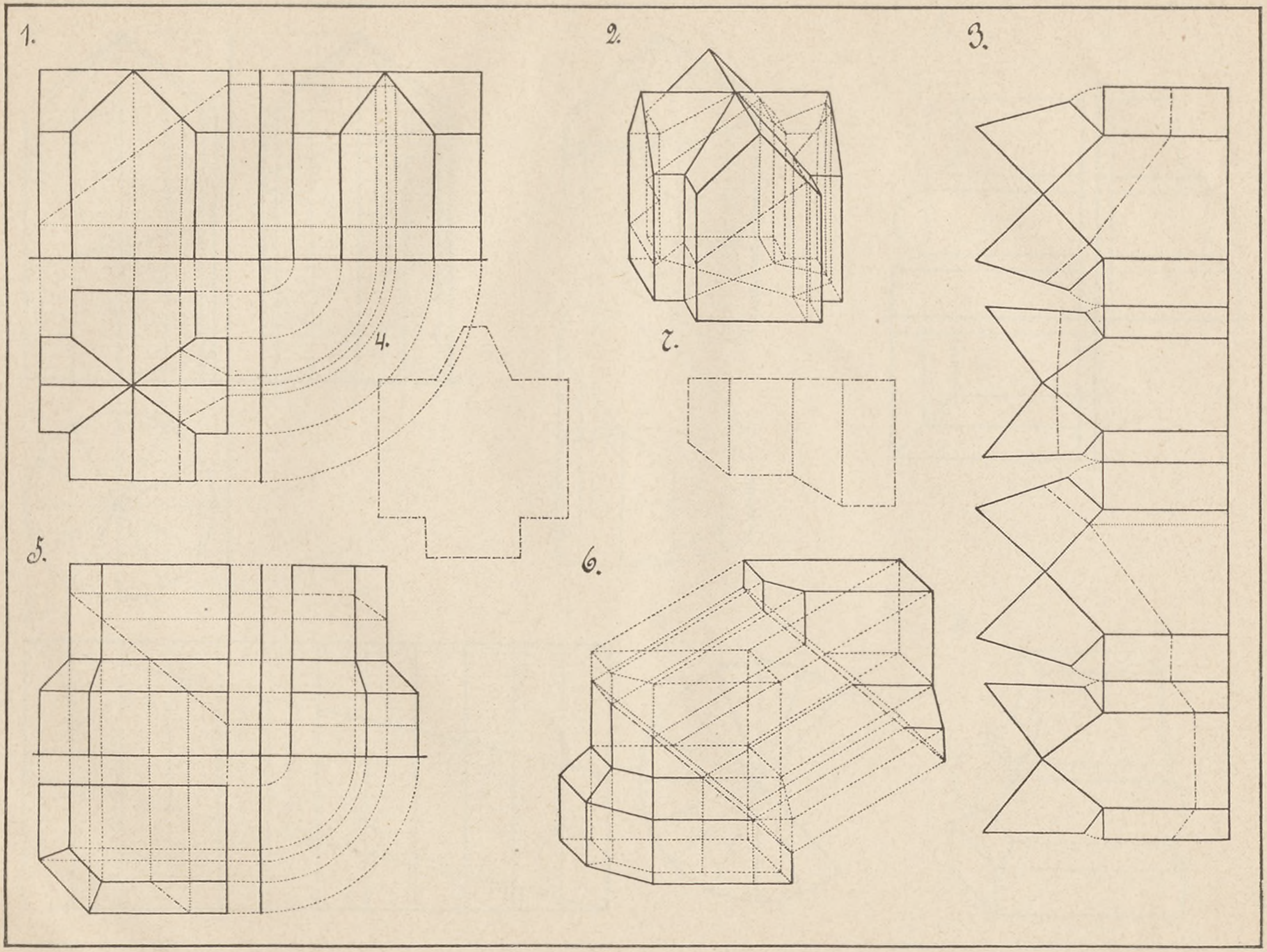


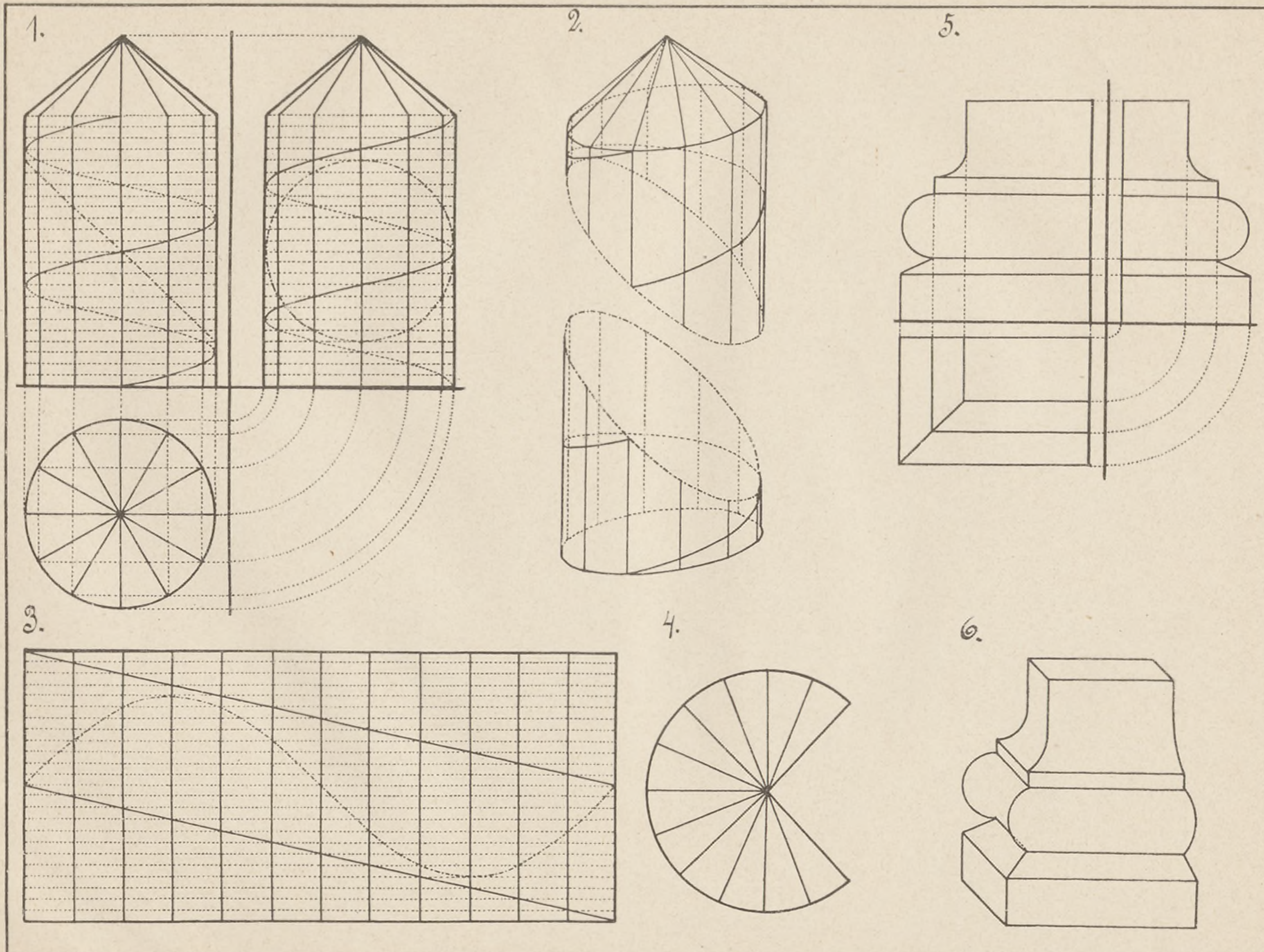
Blatt 17.




1.
2.
3.
4.
S
S


1.
2.
3.
4.
5.
6.


1.
2.
3.
4.
2.
5.
6.


1.
2.
5.
3.
4.
6.